

Instituto Politécnico do Porto

Instituto Superior de Engenharia do Porto

ENSAIO SOBRE UM SISTEMA DE UM PAINEL DE UMA DIVISÓRIA PRÉ-FABRICADA

Hugo José Duarte Silva

1060306

Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para obtenção
do grau de Mestrado em Engenharia Civil

Júri

Presidente: Professor José Carlos de Almeida Gouveia Lello

Orientador: Professor José Carlos Castro Pinto de Faria

Arguente: Professor José Manuel Martins Soares de Sousa

Porto

Novembro de 2012

DEDICATÓRIA

Este trabalho é a conclusão de um longo percurso académico iniciado aos 6 anos de idade.

Durante este percurso tive muitas pessoas que me incentivaram a continuar sem desistir do que sempre pretendi alcançar, a essas pessoas dedico este meu trabalho:

- Os meus pais, Joaquim e Manuela, por estarem sempre presentes comigo desde o primeiro momento, sem nunca duvidarem de mim, terem paciência, compreensão e vontade para eu continuar;
- À minha irmã que, principalmente, nesta fase final ajudou-me bastante na parte gráfica deste estudo;
- Por último à minha namorada pela incansável força que me transmitiu e pelo incansável apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu orientador de tese o Professor José Carlos Castro Pinto de Faria, pela sua orientação, pela sua disponibilidade imediata no esclarecimento de dúvidas, pela disponibilização de diversos documentos de apoio ao trabalho e sugestões demonstrando todo o seu interesse na concretização do mesmo.

Aos responsáveis de empresas que visitei ou contactei no âmbito da minha tese:

- Amorim Isolamentos, concretamente a pessoa que me cedeu diversa documentação
Maria José Leal;
- Gyptec, concretamente Inês Cruz e Dulce Carvalho pela documentação e
disponibilidade demonstrada;
- Carpintaria Mecânica da Serra do Pilar.

Aos meus amigos de sempre e colegas de curso, o meu obrigado.

PALAVRAS-CHAVE:

Divisória pré-fabricada, divisória amovível, *gypcork*, pré-fabricação e industrialização

RESUMO

O setor da construção civil em Portugal sofre atualmente uma crise, como consequência da crise instalada no país. Além disso, a construção tradicional devido à sua rigidez espacial contribuiu para que os edifícios não se pudessem adaptar de uma forma simples, rápida e económica.

Para contrabalançar esses factos a industrialização deverá ser encarada como uma das áreas com maior potencial de crescimento no futuro. A possibilidade de conceber um sistema que se adapta às constantes mudanças das necessidades humanas torna-se um dos grandes desafios da indústria da construção civil onde a pré-fabricação terá um papel fundamental.

Neste ensaio estuda-se um sistema de divisórias leves amovíveis pré-fabricadas.

No primeiro capítulo deste ensaio é elaborada uma síntese de conceitos que estão relacionados com as divisórias leves pré-fabricadas (industrialização e pré-fabricação), aborda-se a avaliação do sistema previsto ao nível da legislação e os passos a dar para verificação da viabilidade do sistema.

No segundo capítulo faz-se uma distinção entre os vários tipos de pré-fabricação, definem-se as exigências de desempenho e funcionais do sistema, aborda-se o conceito de coordenação modular e das tolerâncias de construção referindo a sua tremenda importância na pré-fabricação. Na parte final deste capítulo abordam-se exaustivamente as exigências de desempenho das paredes interiores não resistentes.

No terceiro capítulo desenvolveu-se o sistema. Descrevem-se todos os componentes do sistema e a justificação da sua utilização. Elaboram-se três pré-avaliações: mecânica, acústica e térmica. Definem-se as ligações a serem utilizadas e pormenorizam-se todos os materiais das ligações. É apresentada uma avaliação económica de custos do sistema. Definem-se os procedimentos de: fabricação, transporte, montagem e desmontagem do sistema.

No último capítulo apresentam-se as principais conclusões e os possíveis desenvolvimentos futuros.

KEYWORDS

Prefabricated partitions, removable partitions, *gypcork*, prefabrication and industrialization.

ABSTRACT

The construction sector in Portugal is currently suffering a crisis as a result of the crisis in the country. Furthermore, the traditional construction due to its rigidity spatial contributed to the buildings could not be adapted in a simple, fast and economic way.

To counteract these facts industrialization should be seen as one of the areas as higher growth potential in the future. The ability to design a system that adapts to changing human needs becomes one of the great challenges of the construction industry where prefabrication will have a key role.

In this essay is studied a system of removable partitions lightweight prefabricated.

In the first chapter of this essay is to elaborate a synthesis of concepts that are related to the lightweight prefabricated partitions (industrialization and prefabrication), addresses the assessment of the system provided in legislation and the steps to take to verify the feasibility system.

In the second chapter makes a distinction between the various types of prefabrication, defines the functional and performance requirements of the system, discusses the concept of modular coordination and constructional tolerances referring to its tremendous importance in prefabrication. In the final part of this chapter is exhaustively discussing the performance requirements of non-resistant interior walls.

In the third chapter is the developed the system. Describes all the system components and justification for their use. Draw up three pre-assessments: mechanical, thermal and acoustic. Set up connections to be used up and detailing all materials of the connections. It presented an economic assessment of system costs. Procedures are defined: manufacturing, transportation, installation and dismantling of the system.

The last chapter presents the major conclusions and possible future developments.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS	V
PALAVRAS-CHAVE:.....	VII
RESUMO	VII
KEYWORDS.....	IX
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. FUNDAMENTAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. ESTADO DA ARTE.....	3
1.3.1. Industrialização da construção	3
1.3.2. Pré-fabricação	7
1.3.3. Divisórias leves pré-fabricadas.....	10
1.4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SISTEMA	12
1.5. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO SISTEMA	15
2. PRÉ-FABRICAÇÃO.....	19
2.1. DEFINIÇÃO DE PRÉ-FABRICAÇÃO.....	19
2.1.1. Leve.....	19
2.1.2. Pesada	19
2.1.3. Ligeira	19
2.1.4. Sistemas pré-fabricação.....	20
2.2. ESPECIFICAÇÕES, EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO E FUNCIONAIS	20
2.2.1. Conceito de exigência funcional.....	20
2.2.2. Conceito de exigência de desempenho	21
2.2.3. Conceito de especificações de desempenho.....	21
2.2.4. Conceito de qualidade na construção	22
2.2.5. Conceito de exigência essencial	23
2.3. COORDENAÇÃO DIMENSIONAL MODULAR.....	24

2.3.1.	Definição.....	24
2.3.2.	Objetivo.....	24
2.3.3.	Conceitos	26
2.3.4.	Vantagens.....	28
2.4.	TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO	29
2.4.1.	Definição.....	29
2.4.2.	Objetivo.....	30
2.4.3.	Fixação de tolerâncias.....	30
2.5.	EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO DAS PAREDES INTERIORES NÃO RESISTENTES	31
2.5.1.	Segurança	34
2.5.1.1.	Estabilidade estrutural	34
2.5.1.2.	Segurança contra incêndios.....	36
2.5.1.3.	Segurança na utilização	39
2.5.1.4.	Segurança contra intrusão	40
2.5.2.	Saúde e conforto	41
2.5.2.1.	Estanquidade à água	41
2.5.2.2.	Estanquidade ao ar.....	42
2.5.2.3.	Conforto higrométrico e térmico.....	43
2.5.2.4.	Pureza do ar.....	44
2.5.2.5.	Conforto acústico	45
2.5.2.6.	Higiene	47
2.5.2.7.	Conforto visual.....	48
2.5.2.8.	Conforto tátil.....	49
2.5.2.9.	Facilidade de limpeza e manutenção.....	50
2.5.3.	Económica	51
2.5.3.1.	Durabilidade.....	51
2.5.3.2.	Facilidade de transporte e armazenamento.....	52
2.5.3.3.	Facilidade de montagem e desmontagem	53
2.5.3.4.	Custo.....	54
2.5.4.	Sustentabilidade.....	54
2.5.4.1.	Sustentabilidade do sistema.....	54
3.	CONCEÇÃO DO SISTEMA	57

3.1.	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	57
3.2.	CRIAÇÃO DO SISTEMA	60
3.3.	DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	63
3.4.	FUNDAMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES PRECONIZADAS	66
3.4.1.	Estrutura e arquitetura base.....	66
3.4.2.	Pré-avaliação do desempenho mecânico	70
3.4.3.	Pré-avaliação do desempenho acústico	74
3.4.4.	Pré-avaliação do desempenho térmico	78
3.4.5.	Ligações	80
3.4.5.1.	Ligação da estrutura de pinho (LE).....	80
3.4.5.2.	Ligação da estrutura de pinho com placa gypcork (LEPG)	83
3.4.5.3.	Ligação painel – painel (LPP)	84
3.4.5.4.	Ligação do painel com subsistemas periféricos (LPSP)	85
3.4.6.	Situações especiais	87
3.4.7.	Durabilidade dos materiais.....	91
3.5.	COMPONENTES DO SISTEMA.....	92
3.5.1.	Madeira	92
3.5.2.	Gypcork.....	96
3.5.2.1.	Cortiça	96
3.5.2.2.	Gesso cartonado	98
3.6.	ANÁLISE ECONÓMICA	100
3.7.	PROTÓTIPO.....	105
3.7.1.	Componentes do protótipo.....	105
3.7.2.	Materiais do protótipo	106
3.7.3.	Fabricação do protótipo.....	108
3.7.4.	Montagem do protótipo	110
3.7.5.	Desmontagem do protótipo.....	113
4.	CONCLUSÕES.....	115
4.1.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	116
5.	BIBLIOGRAFIA.....	119
	ANEXOS.....	125

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas de avaliação da conformidade (EOTA)	13
Tabela 2 - Lista das exigências das paredes interiores não resistentes	33
Tabela 3 - Critérios para avaliação do provete	35
Tabela 4 - Definição das categorias de uso (ETAG-003, adaptada)	36
Tabela 5 - Classes de reação ao fogo	38
Tabela 6 - Classes de resistência ao fogo para elementos sem função estrutural	38
Tabela 7 - Valores máximos e de referência das envolventes verticais definidas no RCCTE (W/m ² .°C).	44
Tabela 8 - Lista de problemas detetados	59
Tabela 9 - Cálculo da massa de uma divisória em kg/m ²	65
Tabela 10 - Valores parâmetro A	76
Tabela 11 - Valores parâmetro B	76
Tabela 12 - Valores parâmetro C	77
Tabela 13 - Características físicas e mecânicas do pinho bravo (fontes: “Análise e dimensionamento de estruturas de madeira”, “Contributos para uma maior e melhor utilização da madeira de pinho bravo em Portugal” e “Construções em Madeira - A madeira como material de construção”)	95
Tabela 14 - Custo de preparação peças de pinho	101
Tabela 15 - Custo das fixações na estrutura resistente	101
Tabela 16 - Custo das fixações de duas placas de <i>gypcork</i> e do material resiliente	102
Tabela 17 - Custo da montagem em obra	102
Tabela 18 - Custo do acabamento final	103
Tabela 19 - Custo por fase de trabalho	103
Tabela 20 - Custo total de materiais	104
Tabela 21 - Comparativo de preços de divisórias simples	105

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 - Produção bruta do sector da construção em relação ao PIB (%).	1
Figura 2 - Metodologia de conceção e avaliação de um sistema de pré-fabricação (Faria, 1996).....	17
Figura 3 - Sistema de referência.....	26
Figura 4 - Grelha modular M e 3M.....	27
Figura 5 - Representação da divisória “aberta”	58
Figura 6 - Estrutura de pinho bravo	62
Figura 7 - Painel completo "aberto"	64
Figura 8 - Ligação dos painéis tipo macho-fêmea	67
Figura 9 - Ligação dos painéis tipo fêmea	67
Figura 11 - Ligação através de cantoneira no topo dos prumos aos subsistemas periféricos	68
Figura 10 - Ligação dos painéis tipo macho.....	68
Figura 12 - Ligação através de placa perfurada tipo FP30/1,5/25 da Simpson.....	81
Figura 13 - Ligação através de cantoneira do tipo ES10/60 da Simpson	82
Figura 14 - Ligação tipo "macho/fêmea" de dois painéis.....	84
Figura 15 - Ligação da base com sistema periférico através de calha.....	85
Figura 16 - Ligação do topo com sistema periférico através de cantoneiras	86
Figura 17 - Furação para infraestruturas	88
Figura 18 - Vista topo da ligação em T.....	89
Figura 19 - Vista topo da ligação L.....	89

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO I - DESENHOS

ANEXO II - FICHA TECNICA GYPCORK

ANEXO III - DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE GYPCORK

ANEXO IV - RELATÓRIO DE ENSAIO ACÚSTICO

ANEXO V - LIGAÇÕES METÁLICAS SIMPSON

ANEXO VI - MATERIAIS DE COLAGEM, ACABAMENTO FINAL E
DESMONTAGEM

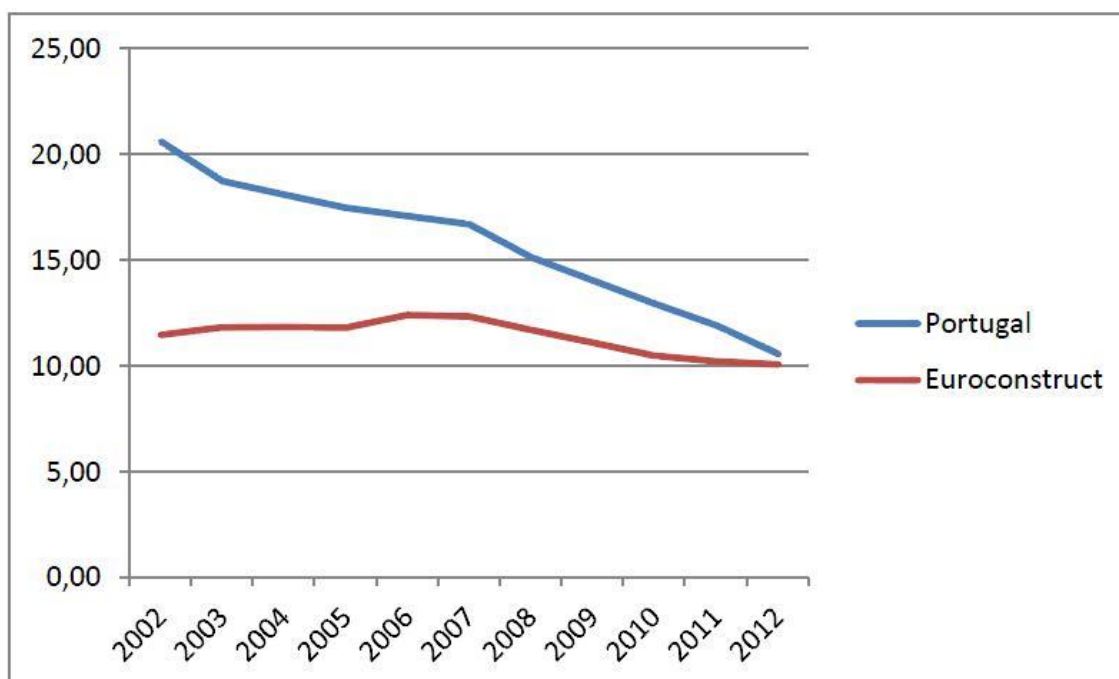
ANEXO VII - PROCEDIMENTOS DE FABRICO, TRANSPORTE, MONTAGEM E
DESMONTAGEM

1. INTRODUÇÃO

1.1. Fundamentação e Justificação

Na industrialização da construção é manifesta a influência da pré-fabricação e o quanto esta tem contribuído para a existência da primeira. A indústria da construção é o setor da atividade económica em Portugal que maior influência tinha no Produto Interno Bruto. Apesar da intervenção da “*troika* internacional¹” num contexto macroeconómico menos favorável, e com o intuito de consolidação das contas públicas, o setor da construção, em Portugal, tem vindo a perder “peso” e registou em 2012, apenas, aproximadamente 12% do PIB, segundo o Euroconstruct (figura 1).

Figura 1 - Produção bruta do sector da construção em relação ao PIB (%).



¹ ‘Troika internacional’ constituída pela Comissão Europeia (CE), Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Central Europeu (BCE)

Segundo dados do Eurostat (EuroStat, 2012) relativos ao mês de agosto de 2012 a construção civil, em Portugal, registou a maior subida da zona Euro (10,4%) face ao mês de julho, mas comparativamente a agosto de 2011 teve a maior queda (17,3%). Estes dados vêm demonstrar o estado da construção civil em Portugal.

O elevado ritmo e as cada vez maiores exigências na construção, quer seja devido a normas mais específicas e rigorosas quer seja devido às expectativas e exigências dos utilizadores finais, obrigam a uma resposta da parte da indústria da construção, com a apresentação de propostas e metodologias inovadoras e eficazes.

Pretende-se neste trabalho efetuar um ensaio sobre um sistema de um painel de uma divisória pré-fabricada, recorrendo ao *gypcork* e a uma estrutura de suporte de madeira de pinho.

1.2. Objetivos

Face ao recurso pouco significativo da pré-fabricação na indústria da construção em Portugal pretende-se com este trabalho contribuir para um maior conhecimento relativamente aos sistemas modulares pré-fabricados, desmistificando as lacunas que lhe são apontadas.

O recurso aos sistemas pré-fabricados apresenta-se como uma tendência atual, e cada vez mais em voga, no desenvolvimento de novos segmentos de produtos no setor da construção civil. Dessa forma poderá alterar-se muitos dos paradigmas da construção existentes neste momento, procurando a atualização de conhecimentos, uma alteração de metodologias e uma nova forma de pensar na procura de novas soluções.

Pretende-se com este trabalho apresentar um estudo sobre um ensaio² de um painel de uma divisória pré-fabricada que será composta por dois painéis de *gypcork*³, constituído por aglomerado de cortiça expandida e uma placa de gesso cartonado, por uma estrutura de madeira de pinho e por placas de aglomerado de cortiça expandida no interior, segundo os vários níveis de exigências quer sejam económicas, sociais, ambientais, estruturais, entre outras.

1.3. Estado da arte

1.3.1. Industrialização da construção

Hoje em dia os prazos de construção são cada vez menores e fundamentais para que exista uma maior competitividade entre empresas do setor da construção civil. Desta forma exige-se que os processos de construção sejam mais rápidos, eficazes e eficientes para fazer face a um aumento gradual de exigências ao nível de tempo e custos.

Um dos setores que maior impacto têm nas economias europeias é o da indústria da construção. Este setor ainda utiliza muitas das metodologias de construção tradicional e a mão-de-obra não qualificada, o que leva a que exista uma diminuição ao nível da racionalização dos recursos e a uma elevada produção de resíduos de construção e demolição.

Em 2006 o setor da construção produzia mais de 30% de todos os resíduos produzidos pelos diversos sectores económicos da União Europeia (Eurostat, 2009). Estes resíduos

² Meio usado para verificar se uma coisa convém ou não ao fim a que é destinada; experiência; prova; teste — (<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/ensaio>)

³ Designação comercial para uma placa compósita, constituída por placas de gesso cartonado e o aglomerado de cortiça expandida.

devem-se à construção e à demolição. O recurso à pré-fabricação pode minimizar muitos destes resíduos.

O setor da construção, devido à grandeza dos trabalhos que em norma são executados, utiliza diversos recursos, por vezes exageradamente e sem nenhum controlo. São exemplo o consumo energético de 40% da energia mundial, a utilização de 40% dos recursos minerais produzidos mundialmente, 55% da madeira cortada, para usos que não são os combustíveis, é utilizada na construção, da água consumida anualmente 16% é utilizada no setor da construção (Lenssen & Rodman, 1995).

A industrialização da construção é um “processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planeamento e controlo, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva.” (Sabbatini, 1989)

A industrialização da construção é então, um conjunto ordenado de processos ao nível da organização, de forma a poder ser efetuada uma produção em série de elementos, subsistemas ou sistemas da construção, que deverá assemelhar-se aos processos já utilizados em unidades industriais de outras áreas.

Segundo Sabbatini (1989) existem diversos autores que defendem dois significados diferentes para industrialização. Por um lado uns defendem que industrialização da construção não é mais que uma deslocação da maioria das tarefas das obras para unidades fabris como é o caso de Orlandi (1979) que define industrialização da construção como “um método de processamento industrial onde são pré-fabricados em fábricas, ou eventualmente nos estaleiros, componentes e elementos construtivos em condições de serem acoplados na execução das obras mediante operações de prevalente montagem.”

Outros autores, tais como Foster (1973) ou Trigo (1978), defendem que o termo de industrialização da construção não implica que haja uma produção em fábrica de nenhum dos elementos. Para Trigo (1978) o termo “industrialização” é muito mais abrangente que pré-fabricação, apesar desta se englobar na outra.

Segundo Foster (1973), que utiliza o conceito definido pela ONU, a industrialização é um processo organizacional caracterizado por:

- Continuidade no fluxo de produção;
- Padronização;
- Integração dos diferentes estágios do processo global de produção;
- Alto nível de organização do trabalho;
- Mecanização em substituição do trabalho manual sempre que possível;
- Pesquisa e experimentação organizada integradas à produção.

A industrialização da construção depara-se em obra com formas tradicionais de execução de tarefas. Existe uma maior inovação na componente de materiais, nas metodologias adotadas em gabinete. Não é permitida a improvisação, adaptações, atrasos, descoordenação e desperdícios (Baptista, 1995). Assim, a industrialização tem objetivos semelhantes às outras indústrias, ou seja, construir numa quantidade maior, com uma melhor qualidade, num período de tempo menor e tendo menores custos de produção de forma a apresentar um produto mais competitivo.

A industrialização pode ser definida por uma equação indicada por Gérard Blachère (1978), ex-diretor do Centro Científico e Técnico da Construção (CSTB) em Paris, como:

$$\text{Industrialização} = \text{Racionalização} + \text{Mecanização}$$

Entende-se por racionalização toda a ação ou conjunto de ações que visam tornar racional a atividade construtiva (Sabbatini, 1989). As empresas procuram a racionalização de forma a aumentar a produção e diminuir os custos e os prazos. Desta forma diminuem-se as tarefas a serem realizadas em obra, as dificuldades no processo de construção e há um aperfeiçoamento dos métodos construtivos.

Já Trigo (1978), refere que “Racionalizar é aplicar, em matéria de organização, de planificação e de verificação, as técnicas adequadas à melhoria da qualidade e ao acréscimo da produtividade, fazendo o melhor uso dos meios humanos, dos materiais de construção e dos equipamentos e instalações.”

A mecanização ocorre quando se dá a substituição do homem pela máquina, e isto deve-se à necessidade de aumento de produção e a um melhoramento da qualidade do produto final.

Existem diversos fatores para a industrialização da construção avançar. Esses fatores estimulam um aumento de qualidade, produtividade, redução de materiais e respetivamente de custos.

Segundo Baptista (1995) esses fatores são:

- Repetitividade;
- Divisibilidade;
- Padronização e Precisão;
- Continuidade;
- Mecanização;
- Parcelamento do Processo de Trabalho;
- Permutabilidade;
- Controlo;

— Transportabilidade.

A industrialização pressupõe elevados níveis de organização, planeamento, continuidade na produção, repetição e eficiência no processo de produção (Couto & Couto, 2007).

1.3.2. Pré-fabricação

A pré-fabricação em Portugal ainda é um tema um pouco “tabu” e a maioria das pessoas associa a pré-fabricação à falta de qualidade das construções, reduzidas capacidades de resistência, baixa durabilidade, elevados custos, entre outros.

A pré-fabricação em Portugal, como noutros países industrializados, apresenta-se como uma tendência, ainda com imenso para se explorar, da qual não se está a tirar todo o proveito das suas capacidades e característica.

Segundo um estudo realizado pelo *Center for Construction Industry Studies*, da *University of Texas at Austin* estima-se que nos Estados Unidos da América a pré-fabricação tenha crescido 86% entre os anos de 1984 e 1999.

Existem várias definições de pré-fabricação. Segundo Trigo (1978) a pré-fabricação é uma das vias para a industrialização da construção. Ainda segundo o mesmo autor, pode-se definir a pré-fabricação como “um conjunto de técnicas de construção que se baseiam na produção de elementos de construção fora dos seus locais de implantação definitivos, no estaleiro de obra ou fora dele, os quais são posteriormente ligados e montados na obra”. Para Tatum (1987,) a pré-fabricação é “um processo de fabrico, em geral, tem lugar numa instalação especializada, em que vários materiais são unidos para formar um componente final”.

Em Portugal já começam a existir empresas com *know-how*, tecnologia, equipamentos e mão-de-obra especializada para apresentarem no mercado soluções competitivas com a construção tradicional.

O facto de as empresas tentarem obter certificação ao nível da ISO 9001:2008 fez com que tivessem necessidade, de forma a cumprir a norma, de sistemas de controlo da qualidade, de garantia da qualidade e melhoria continua atualizados o que proporcionou um aumento significativo ao nível da qualidade nos produtos pré-fabricados.

Não obstante a existência de muitos estigmas quanto à pré-fabricação, esta apresenta inúmeras vantagens apesar de desvantagens assinaladas, podendo dividir-se em grupos distintos como as sociais, as económicas e as político-culturais.

Ao nível das vantagens sociais temos:

- A pré-fabricação consegue adaptar-se às necessidades de construção e às suas evoluções;
- A pré-fabricação é um sistema construtivo modificável às exigências/necessidades do utilizador, pois existe uma maior capacidade de modelação dos espaços do que na construção tradicional.

Nas desvantagens sociais temos:

- A utilização de máquinas na montagem das construções dispensa grande parte da mão-de-obra;
- O processo de montagem não é simples, necessitando de mão-de-obra especializada.

Nas vantagens económicas temos:

- O custo da produção é menor face ao sistema de construção tradicional, pois há um aumento da escala de produção;
- Existe uma redução do peso total do edifício;
- O trabalho não fica dependente das condições do clima;
- Aumentos de produtividade;
- Redução do tempo de construção;
- Redução dos custos de manutenção (Couto & Couto, 2007);
- Redução da produção de resíduos e ruído em obra e diminuição dos gastos em energia (Couto & Couto, 2007);
- Redução da probabilidade de acidentes (Couto & Couto, 2007);
- Redução da necessidade de cimbres e andaimes (Couto & Couto, 2007);
- Racionalização de todos os meios utilizados para a produção do sistema.

Nas desvantagens económicas temos:

- Transporte de peças é dificultado pelas suas grandes dimensões;
- Aumento do custo ao nível do projeto, pois exige muito mais pormenorização e rigor;
- Dificuldade ao nível das ligações complementares.

As vantagens político-culturais são:

- O facto de o Estado ser o maior cliente / promotor do setor da construção faz com que tenha um importante papel, por ser capaz de dar volume de trabalho suficiente, para justificar a criação desse tipo de estruturas;
- Oferece a oportunidade duma crescente qualidade e eficiência, no processo construtivo (Couto & Couto, 2007);

- Possibilita conceber pensando no processo de desconstrução e consequente reaproveitamento (Couto & Couto, 2007).

As desvantagens neste nível são:

- A exclusão de empresas de menor dimensão por não terem capacidade de se adaptar ou financiamento para modificar o seu processo produtivo;
- A grande parte dos projetistas desconhecer como se processa a pré-fabricação e as suas técnicas de produção.

1.3.3. Divisórias leves pré-fabricadas

Num sistema construtivo de um edifício, as divisórias leves pré-fabricadas englobam-se dentro do subsistema das paredes divisórias. Estas podem ser divididas quanto ao tipo de parede e à sua utilização (Faria, 1996):

- Distribuição;
- Separativa;
- Duplicação de fachada.

Existe uma diferença entre cada uma delas. As paredes de distribuição separam áreas dentro do mesmo fogo. As paredes separativas são as que separam um compartimento de um fogo para outro compartimento de outro fogo ou para zonas comuns. Por fim as paredes de duplicação de fachada são as que se utilizam pela parte interior das fachadas de modo a melhorar os seus desempenhos ao nível acústico, térmico ou higroscópico.

Pretende-se com o presente trabalho apresentar um ensaio sobre o subsistema designado de divisória leve interior pré-fabricada. As divisórias leves pré-fabricadas podem ser classificadas de diferentes modos. Segundo Faria (1996) existem quatro critérios fundamentais para essa classificação que são:

- Facilidade de montagem, desmontagem e mobilidade;
- A estrutura resistente;
- Composição da divisória;
- Género de junta entre elementos.

O principal critério na classificação destas divisórias é o da facilidade de montagem, desmontagem e mobilidade. A utilização deste critério permite subdividir as divisórias em quatro tipos:

- Fixas;
- Desmontáveis;
- Amovíveis;
- Móveis.

O segundo critério tem por base as divisórias possuírem uma estrutura resistente interior independente do painel final.

O critério da composição da divisória, segundo Faria (1996), possui três subcritérios: a estrutura (simples ou dupla), o revestimento (de simples a triplo) e a fixação do absorvente acústico (colocado mecanicamente descontinuamente ou suspenso).

Por ultimo, o critério da junta a utilizar entre os elementos que podem ser quatro possíveis:

- À vista com cobre-juntas;
- Oculta com cobre-juntas;
- Oculta com junta aberta;
- Junta para envolver com argamassa.

Através da utilização dos quatro critérios fundamentais podemos ter uma variedade de classificações muito distintas.

1.4. Avaliação da qualidade do sistema

A avaliação de um produto consiste na verificação da sua aptidão ao uso a que o mesmo se destina. Devem apresentar determinadas características para que onde forem incorporados consigam satisfazer na totalidade as exigências essenciais previamente definidas.

De acordo com Diretiva dos Produtos da Construção (DPC) as exigências essenciais das obras são:

- Resistência mecânica e estabilidade;
- Segurança contra incêndios;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança na utilização;
- Proteção contra o ruído;
- Economia de energia e isolamento térmico.

Quando uma entidade pretende avaliar a aptidão ao uso de um determinado produto esta deve efetuar:

- Ensaaios laboratoriais;
- Controlo de produção em fábrica;
- Cálculos ou avaliação de perito;
- Fiscalização e aprovação.

Quando os produtos conseguem cumprir todas as exigências a que são sujeitos podem requerer a aposição da marcação CE (*Conformité Européenne*). Esta aposição significa que foi emitida pelo fabricante uma declaração de conformidade CE e, quando necessário, um certificado de conformidade emitido por um organismo notificado a comprovar que estão de acordo com as especificações técnicas europeias (ETA).

Existem seis sistemas de comprovação do material:

- Sistema 1+;
- Sistema 1;
- Sistema 2+;
- Sistema 2;
- Sistema 3;
- Sistema 4.

Na tabela 1 estão definidas as entidades que serão envolvidas em cada um dos sistemas bem como o que cada fabricante terá que realizar para obter a conformidade do produto.

Tabela 1 - Sistemas de avaliação da conformidade (EOTA)

SISTEMAS	FUNÇÕES	1+	1	2+	2	3	4
I – 1	Controlo de produção em fábrica	F	F	F	F	F	F
I – 2	Ensaio inicial do produto			F	F		
I – 3	Ensaio de provetes colhidos na fábrica, segundo um programa de ensaios pré-estabelecido	F	F	F			
II – 1	Ensaio inicial ao produto	C/L	C/L			L	
II – 2	Inspeção inicial em fábrica e do controlo de produção em fábrica	C/L	C/L	I	I		
II – 3	Fiscalização, apreciação e aprovação contínuas do controlo de produção em fábrica	C/L	C/L				
II – 4	Ensaio aleatório de provetes colhidos em fábrica, no mercado ou no local da obra	C/L					

Legenda: F – fabricante | L – laboratório | I – organismo de inspeção | C – organismo de certificação

Além das exigências definidas na DPC no caso da construção tradicional deve ter-se ainda em conta com as normas, especificações, regulamentos ou outros documentos pré-normativos.

Na construção inovadora a perspectiva é ligeiramente diferente pois deve ser feita a verificação através de Guias EOTA (*European Organization for Technical Approvals*), Diretivas ou Relatórios Técnicos UEAtc (*The European Approval Union*). A marcação CE nos produtos novos é atribuída com base numa ETA, esta também se aplica a produtos ou sistemas que não estão previstos ou não existe uma norma europeia harmonizada.

A utilização de normas ou de ETA serve para se comprovar a conformidade de um produto para se obter a sua certificação de conformidade CE (tabela 1). Esta deverá ser efetuada num organismo independente e com competência para o efeito, acreditado.

Quando é o próprio fabricante a comprovar a qualidade de um produto, fazendo uma auto-certificação, é considerada uma declaração de conformidade CE.

Assim sendo a avaliação da qualidade de um produto da construção pode ser avaliada de diversas maneiras e para apoiar essa avaliação existem diversos documentos ou instrumentos como:

- Relatórios técnicos UEAtc;
- Processos de certificação;
- Guias EOTA;
- Aprovações Técnicas Europeias;
- Regulamentos e Normas.

1.5. Metodologia de avaliação da viabilidade do sistema

Neste ensaio, visto tratar-se de uma divisória leve, um dos principais objetivos será a sua avaliação. Devemos comprovar a sua viabilidade como um sistema de divisórias leves pré-fabricadas.

A avaliação deste sistema teve como base a metodologia adotada por Faria (1996) para um sistema pré-fabricado não sendo necessariamente um sistema leve. A metodologia adotada foi a seguinte (figura 2):

1º Passo

“Definição das exigências de desempenho” do sistema. Neste ensaio as exigências de desempenho estão descritas no subcapítulo 2.5.

Uma vez que o sistema preconizado neste ensaio foi idealizado para divisórias interiores sem capacidade resistente, as exigências definidas no subcapítulo 2.5 são-lhe aplicáveis sempre que se tratem de soluções pré-fabricadas leves não resistentes.

2º Passo

Criação de um “plano de avaliação da qualidade” do sistema. Neste passo deverá ser indicado quais as ações a tomar, para a solução em causa⁴, na avaliação das exigências de desempenho (cálculos, ensaios e julgamento de perito) e os valores de referência que são aplicados em cada um dos casos. Estes dados estão descritos também no subcapítulo 2.5.

⁴ Divisória leve pré-fabricada

3º Passo

Este passo é o da conceção do sistema e da produção de um protótipo para ensaio. Em alguns casos não será necessário efetuar um protótipo; nesses casos procede-se a uma análise em modelo ou por relação através de análise documental de situações semelhantes.

A elaboração do ensaio do sistema trata-se da preparação de um manual que explique todos os pormenores de fabricação, montagem e desmontagem, contendo peças escritas e desenhadas, que disponibilize toda a informação necessária à correta fabricação do protótipo para os ensaios. A descrição do sistema encontra-se no capítulo 3.

4º Passo

Neste passo deve-se efetuar uma avaliação técnica e económica do protótipo. A avaliação técnica é efetuada de acordo com o que foi previamente estabelecido no plano de avaliação. A avaliação económica resulta da informação recolhida junto de fornecedores sobre os elementos que compõem o protótipo, bem como da estimativa de mão-de-obra empregue. Dentro desta informação devem estar descritos os custos associados a cada etapa do processo bem como a cada elemento do protótipo. A avaliação económica encontra-se no capítulo 3.

5º Passo

Este passo é fundamental pois é aqui que se avalia a viabilidade do sistema. Nesta avaliação será utilizada informação de outros sistemas com o mesmo propósito e será efetuada uma comparação com os vários sistemas “concorrentes”. Neste ponto é necessário saber se o sistema preconizado é economicamente viável face a outros com as mesmas características.

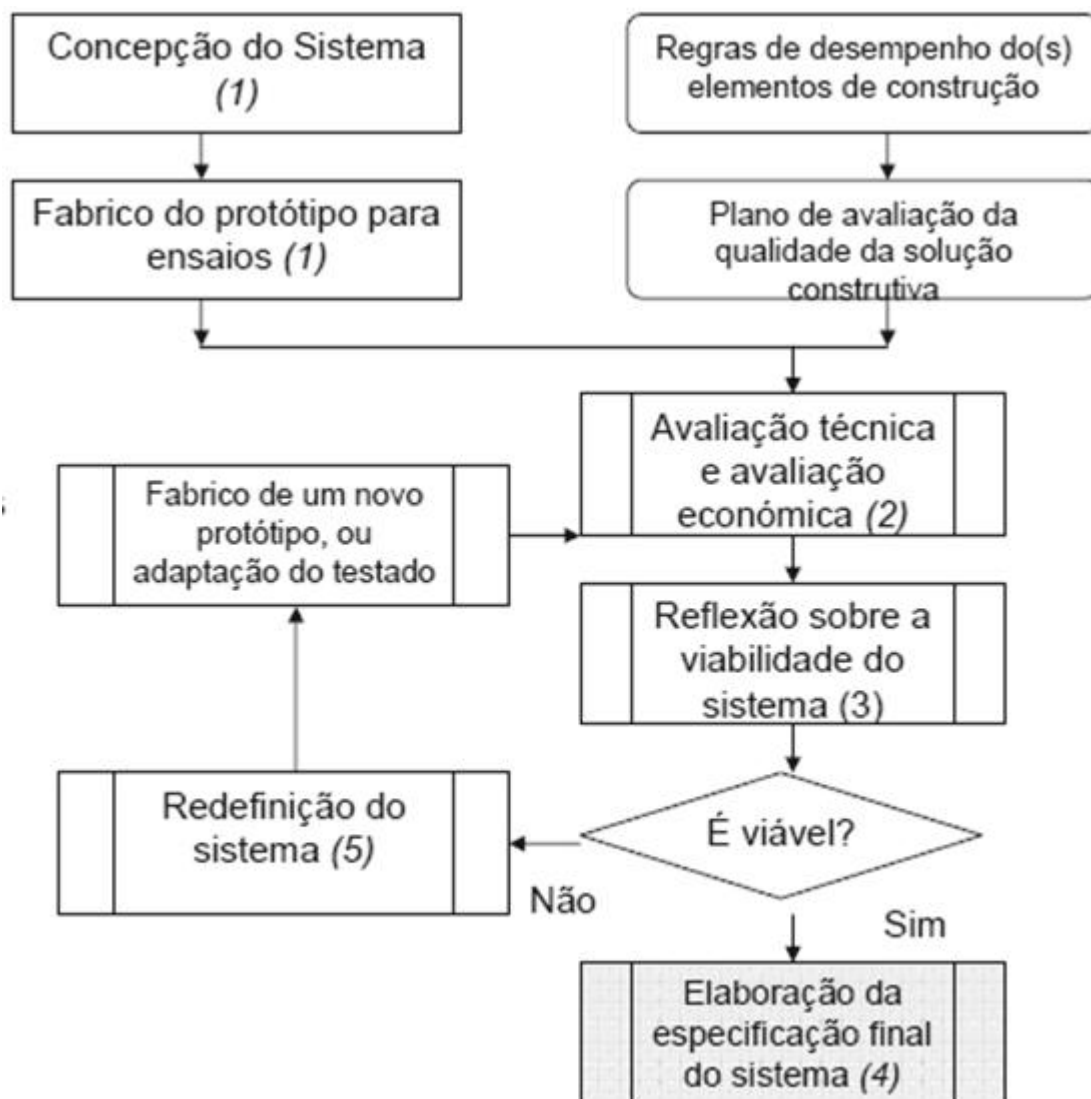
6º Passo

Caso o sistema seja viável fazem-se acertos na especificação técnica para englobar toda a informação recolhida de forma a possibilitar algumas modificações dos componentes do sistema que não tenham sido, inicialmente, bem concebidos.

Caso o sistema não seja viável existem duas opções:

- Iniciar um processo totalmente novo através de um novo protótipo;
- Efetuar novamente o 4º passo efetuando uma nova avaliação técnica e económica.

Figura 2 - Metodologia de conceção e avaliação de um sistema de pré-fabricação (Faria, 1996)



2. PRÉ-FABRICAÇÃO

2.1. Definição de pré-fabricação

2.1.1. Leve

Designa-se por pré-fabricação leve quando o elemento apresenta uma massa global por metro quadrado inferior a 100kg/m^2 . Este tipo de solução está normalmente associado a soluções que contêm materiais leves (aço ou alumínio em perfis, madeiras e derivados, cortiça, entre outros).

2.1.2. Pesada

A pré-fabricação pesada está assim, em oposição à pré-fabricação leve, associada a estruturas com massa global bastante elevada. Dentro destas estruturas encontram-se as estruturas de betão armado e pré-esforçado.

2.1.3. Ligeira

Existem também autores (Paz Branco, 1980) que se referem a pré-fabricação ligeira.

Este tipo de pré-fabricação tem a ver com a produção de elementos de pequenas dimensões para edifícios que oferecem ao utilizador melhores condições de qualidade e de preço devido à utilização de grandes séries de produção.

Alguns exemplos de soluções de pré-fabricação ligeira são as caixas de estores ou os lanços de escadas.

De acordo com Faria (1996) pode-se considerar uma solução pré-fabricada ligeira sempre que esta tire proveito da produção em série e fora do local de utilização final.

2.1.4. Sistemas pré-fabricação

Na pré-fabricação podemos distinguir dois sistemas de pré-fabricação: o aberto e o fechado, podendo estes ser parciais ou totais.

O sistema de pré-fabricação aberto é um sistema mais flexível e menos rígido que o do sistema de pré-fabricação fechada. No primeiro, o sistema permite a incorporação de peças que são produzidas por outro fabricante, ou seja, podem adequar-se várias peças do sistema de diversas empresas e monta-lo. Na pré-fabricação fechada já não se passa o mesmo. O sistema não admite a incorporação de peças externas, e a empresa que o concebeu e o fabricou instala-o na totalidade.

Ambos os sistemas podem ser parciais ou totais. A parcial, de acordo com Faria (1996), surge quando se quer referir a um determinado sistema de pré-fabricação com um único elemento de construção. A total é quando se verifica um elevado grau de pré-fabricação. Na realidade nunca se atingem os 100% de pré-fabricação.

2.2. Especificações, exigências de desempenho e funcionais

2.2.1. Conceito de exigência funcional

Todas as estruturas devem ser concebidas de forma a garantir a total realização das necessidades dos seus utilizadores. No caso dos edifícios, se estes forem de permanência elevada de utilizadores dever-se-á ter muita atenção a esta exigência.

De acordo com Faria (1996) é normal atribuir-se às necessidades dos utentes o nome de exigências funcionais.

Por forma a satisfazer todas as necessidades dos utilizadores da construção, esta deverá executar as mais diversas funções para que todo o conjunto permita um total prazer de utilização por parte do utilizador.

2.2.2. Conceito de exigência de desempenho

Este conceito está muito ligado ao surgimento da designação “performance” (Faria, 1996), que define as características específicas dos elementos.

Esta exigência é fundamental para a correta conceção e desenvolvimento dos sistemas. Estes devem ser apresentados de forma a ser possível a todos os intervenientes consultarem e saberem o que estão ou devem fazer.

Estes devem ser quantitativos para que seja possível avaliar-se o seu desempenho e permitir a sua verificação.

2.2.3. Conceito de especificações de desempenho

Este conceito está associado ao anterior (exigência de desempenho).

As especificações de desempenho deixam de parte o “como fazer” ou os detalhes e permitem ao fabricante determinar a melhor maneira de satisfazer as necessidades dos utilizadores.

A satisfação destas necessidades dos utilizadores só terá valor caso exista uma descrição de como determinar o cumprimento dessas exigências.

Para a completa caracterização de uma exigência devemos ter em conta quatro parâmetros que são:

- Definição;
- Característica;
- Modo de avaliação da característica;
- Especificação.

2.2.4. Conceito de qualidade na construção

Todas as regras de qualidade estão definidas nas Diretivas UEAtc. Estas diretivas que contêm diversos grupos de estudo como laboratórios, institutos, investigações em curso e organismos, têm como fim homologar os produtos da construção.

Desses estudos são produzidas diversas diretivas que se dividem em três grupos:

- Exigências de segurança;
- Exigências de habitabilidade;
- Exigências de durabilidade.

Em cada exigência são definidas as regras de qualidade associadas ao produto de construção respetivos bem como um conjunto de condições que terá de ser satisfeito por esse produto de construção tendo em conta a total realização das necessidades do utilizador.

A organização das diretivas é bem clara. Estas estão divididas em quatro capítulos:

- Terminologia;
- Regras de qualidade;
- Determinação das características;
- Especificações.

Desta forma as regras de qualidade associadas a um produto da construção deverão ser compreendidas como as “exigências de desempenho” (Faria, 1996) que estão relacionadas com o produto de construção.

2.2.5. Conceito de exigência essencial

Este conceito foi introduzido pela primeira vez pela Diretiva dos Produtos da Construção (DPC).

Segundo a DPC “... dizem respeito, para além da segurança, da durabilidade e de certos aspetos económicos das construções, à salvaguarda de valores como a saúde e a segurança de pessoas e bens...”.

Estas exigências são refletidas em muitos aspetos técnicos de um material como:

- Resistência mecânica;
- Segurança contra incêndios;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Comportamento acústico;
- Comportamento térmico;
- Baixo consumo energético.

Os produtos para poderem ser comercializados devem revelar aptidão ao uso a que se destinam. Estes devem possuir características que permitam, às obras em que vão ser incluídos, satisfação das exigências essenciais.

2.3. Coordenação dimensional modular

2.3.1. Definição

A coordenação modular⁵ é um dos princípios básicos da pré-fabricação e por consequência da industrialização. Começou a ser utilizada nas décadas de 50 e 60, do século passado, e nos dias de hoje é utilizada com frequência em muitas indústrias. Mascaró (1976) define a coordenação modular como sendo “um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes”.

Para Rosso (1976) a coordenação modular é mais uma técnica para ser usada em projeto através de uma grelha de quadrículas é “uma metodologia sistemática de industrialização”.

Com a coordenação modular espera-se que o processo de montagem seja fácil de executar visto que os objetos apesar de terem proveniência diferente estão ajustados ao nível das dimensões e encaixes e com isso torna-se mais simples o processo de montagem diminuindo o número de ajustes necessários.

Isto permitiu uma evolução quer na construção civil, quer na indústria pois os princípios de construção deixaram de ser tão arcaicos e evoluíram de forma a minimizar os desperdícios e uma utilização eficaz e eficiente dos recursos ao dispor das empresas.

2.3.2. Objetivo

O principal objetivo da coordenação modular é o da racionalização dos meios utilizados na construção. A racionalização consegue-se através de uma cadeia de fluxos e processos de construção de elementos padronizados. O facto de esses elementos serem padronizados

⁵ Módulo: medida que regula as proporções das partes de um edifício ou de qualquer peça arquitetónica (<http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/módulo>)

torna muito mais simples a acoplação entre os elementos produzidos em empresas diferentes mas que adotam a mesma metodologia.

A coordenação modular utiliza o módulo-base que universalmente tem a representação através de “M”. Este módulo na maioria dos países é o decímetro (100 mm).

De acordo com Rosso (1976), a coordenação modular tem por meta principal a “industrialização da construção”.

A coordenação modular engloba várias fases como:

- Normalização;
- Certificação;
- Definição de matéria-prima;
- Definição de princípios arquitetónicos;
- Definição estrutural dos elementos;
- Processo de montagem e de desmontagem;
- Exigências de manutenção.

O facto de existirem normas técnicas e um sistema de certificação adequados permite que haja uma padronização dimensional para os elementos, fazendo com que estes tenham as mesmas dimensões e por consequência haja uma redução das diversas medidas a utilizar diminuindo o número de elementos diferentes o que permite um aumento de produção dos componentes pois estes sendo em menor número, no que diz respeito à diversidade, podem ser em elevado número na sua produção.

Esta adoção de padronização nas medidas utilizadas nos elementos facilita uma permuta entre elementos produzidos por diferentes empresas tornando-os compatíveis apesar das suas distintas origens. Visto que todas as empresas adotam o módulo-base para os seus

elementos torna-se mais fácil a junção de elementos de empresas diferentes. Estamos na presença da industrialização aberta.

Assim sendo, a coordenação modular visa uma facilitação na execução em fase de construção e diminuição dos desperdícios. Diminuindo os desperdícios melhora a construção ao nível da sustentabilidade e economia de matéria-prima. Permite ainda uma “agilização operacional e organizacional, em função da repetição de técnicas e processos e do domínio tecnológico” (Oliveira, 1999).

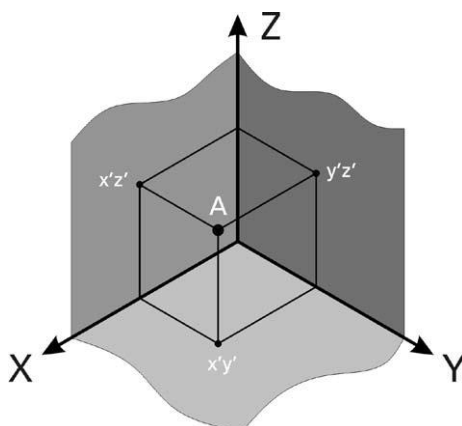
2.3.3. Conceitos

A coordenação modular contempla quatro conceitos essenciais para a sua linha de orientação (Greven & Baldauf, 2007):

- Sistema de referência;
- Sistema modular de medidas;
- Sistema de ajustes e tolerâncias;
- Sistema de números preferenciais.

O sistema de referência (figura 3) é definido por pontos, linhas e planos, segundo os quais ficam definidas as medidas e posições de cada um dos elementos do sistema, facilitando assim a sua disposição lógica. É utilizado durante a fase de projeto bem como durante a fase de execução.

Figura 3 - Sistema de referência



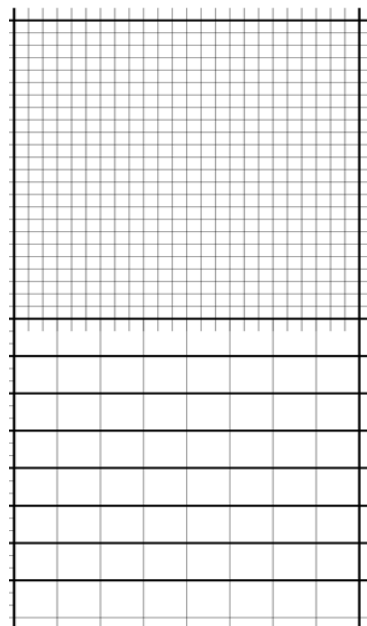
Pressupõe-se que todo o sistema a conceber se encontra dentro do sistema de referência definido por pontos, linhas e planos.

O sistema modular de medidas (figura 4) tem por base o módulo-base e alguns dos seus múltiplos inteiros e submúltiplos. Esta medida constitui a distância “entre os planos do sistema de referência em que se baseia a coordenação modular” (Greven & Baldauf, 2007).

Algumas das características do sistema modular de medidas são (Mascaró, 1976):

- Existência de medidas funcionais e de elementos construtivos característicos;
- Poder ser aditiva;
- Garantir a intercambialidade dos elementos de acordo com a combinação das medidas existentes (múltiplas ou submúltiplas).

Figura 4 - Grelha modular M e 3M



O sistema de ajuste e tolerâncias relaciona a medida modular com a medida do projeto. Com isto permite que haja uma definição exata dos limites dimensionais dos vários elementos.

Existe ajuste positivo, ajuste negativo e ajuste nulo. O primeiro ocorre quando o ajuste modular é maior que 0. Isto acontece quando a medida modular é maior que a de projeto. O ajuste negativo por oposição ao positivo ocorre quando a medida de projeto é maior que a modular, ou seja, o ajuste modular é inferior a 0. O ajuste nulo é quando a medida modular e a de projeto são iguais, o ajuste modular é igual a 0.

O sistema de números preferenciais tem que ver com a otimização de produção de cada elemento de forma a reduzir o número de séries que são produzidas maximizando os ganhos económicos. Ainda de acordo com Mascaró este sistema é caracterizado por:

- Fixar os seus limites pelas características técnicas dos componentes e as razões económicas de sua fabricação;
- Função que desempenha;
- Forma de união (junta entre os componentes construtivos);
- Possibilidade de dividir-se sem desperdício.

Existe ainda dentro deste sistema de números preferenciais as medidas preferíveis e as medidas preferidas. As primeiras são as que melhor se ajustam ao conceito de coordenação modular. As segundas são as medidas que o mercado mais utiliza.

2.3.4. Vantagens

Uma das grandes vantagens da coordenação modular consiste no aumento da colaboração entre os diversos intervenientes do projeto.

A coordenação modular conduz a uma redução de custos e a uma maior rapidez nas diversas fases do projeto. Conduz também a um aumento da produtividade e a uma diminuição de problemas futuros do projeto pois existe um melhor controlo na execução dos elementos.

Existem outras vantagens como:

- Diminuição da matéria-prima utilizada;
- Sustentabilidade do meio-ambiente;
- Redução do custo de mão-de-obra;
- Uniformização de modelos produzidos em série;
- Diminuição dos acidentes;
- Aumento da qualidade de construção;
- Entre outros.

2.4. Tolerâncias de construção

2.4.1. Definição

A tolerância de um modo geral é um intervalo de valores permitido ou aconselhável, dentro do qual não produz prejuízo no projeto. Esta surge devido à existência da variabilidade das dimensões dos elementos utilizados no projeto, quer devido à sua produção, quer devido a fatores físico-químicos ou até fatores ambientais.

Os desvios dimensionais a que estão sujeitos os elementos podem ser divididos em:

- Provocados – quando são causados pelos processos de medição, alinhamento ou montagem, onde intervém o ser humano;
- Inerentes – devido às variações resultantes dos movimentos e das oscilações das dimensões dos materiais devido a causas relacionadas com o processo de fabrico e características intrínsecas dos elementos.

Os desvios provocados ainda se dividem em:

- Fabricação – dimensões e formas no fabrico;
- Implantação – dimensões e posição devido à medição e implantação em projeto;
- Montagem – posição e orientação devido à colocação final dos elementos em relação às referências de implantação.

2.4.2. Objetivo

Deve-se ter em conta todos os possíveis desvios existentes na criação de um projeto novo para que todos os elementos que irão ser incorporados nesse projeto estejam interligados e que a qualidade final do produto seja a idealizada inicialmente.

Devem-se controlar alguns fatores como por exemplo:

- Segurança estrutural quando sujeita a esforços para os quais não foi projetado;
- Conforto acústico e/ou térmico: existência de pontes acústicas/térmicas;
- Arquitetura: qualidade dos espaços interiores pode ser afetada devido às dimensões, formas e orientações das juntas necessárias.

Tendo isto em conta, o grande objetivo das tolerâncias é que o real não se afaste do projetado, e no caso de se afastar não seja de todo significativo ao nível da qualidade, formas, dimensões, entre outras.

2.4.3. Fixação de tolerâncias

As tolerâncias são definidas consoante o material que se está a utilizar. Os desvios provocados ou inerentes devem ser definidos de forma a se poder definir as dimensões dos materiais a utilizar.

Desta forma as diversas empresas que atuam neste mercado devem estabelecer tolerâncias-padrão para que todos os elementos tenham a mesma tolerância quando são ligados a outro de uma empresa diferente.

2.5. Exigências de desempenho das paredes interiores não resistentes

As exigências de desempenho das paredes são comuns quer para paredes interiores não resistentes pré-fabricadas, quer para as de construção tradicional.

As exigências das paredes são características que o utilizador final pretende que elas tenham. Estas características podem ser divididas em quatro exigências primordiais: exigência segurança, exigência de saúde e conforto, exigência económica e exigência de sustentabilidade. A cada uma delas estão associadas várias sub-exigências.

Considerou-se uma listagem de exigências (tabela 2) sugerida por Faria (1996) à qual foram acrescentadas mais exigências. Essa listagem está de acordo com as normas e regulamentos nacionais e europeus. Ao nível da legislação nacional teve-se em conta Regulamento de Segurança Contra Incêndio (RSCI), Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), Regulamento Geral sobre o Ruído (RGR), Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e especificações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). A nível europeu consultou-se entre outras a ISO 6240.

Neste ponto será adotada uma metodologia de descrição utilizada por Faria (1996) das várias características em que aborda os seguintes parâmetros:

“Definição – definir e descrever a exigência;

Característica – definir o modo de indicar a exigência (indicação de uma característica que poderá ser uma grandeza física quantificável por cálculo, ensaio ou medição direta, ou

outra grandeza com definição associada a uma classificação ou método de ensaio; poderá ser ainda uma característica subjetiva ligada a um julgamento de perito);

Modo de avaliação da característica – definir o modo de avaliação da característica (procedimento de ensaio, método de cálculo ou regras de avaliação por julgamento de perito);

Especificações de desempenho – quantificar a exigência (indicação de limites regulamentares e eventualmente normativos, respeitando a hierarquia seguinte por ordem de importância: regulamentos portugueses, normas portuguesas, normas de outros países europeus, normas ISO, normas americanas).”

Tabela 2 - Lista das exigências das paredes interiores não resistentes

EXIGÊNCIA	FUNÇÃO
Exigência segurança	Estabilidade estrutural
	Segurança contra incêndios
	Segurança na utilização
	Segurança contra intrusão
Exigência de saúde e conforto	Estanquidade à água
	Estanquidade ao ar
	Conforto higrotérmico e térmico
	Pureza do ar
	Conforto acústico
	Higiene
	Conforto visual
	Conforto tátil
Exigência económica	Facilidade de limpeza e manutenção
	Durabilidade
	Facilidade de transporte e armazenamento
	Facilidade de montagem e desmontagem
Exigência de sustentabilidade	Custo
	Sustentabilidade do sistema

2.5.1. Segurança

2.5.1.1. Estabilidade estrutural

Definição

A estabilidade estrutural da parede deverá ser garantida por toda a sua estrutura excluindo o acabamento final. Segundo a ETAG-003 (2005), a parede deve ter suficiente resistência mecânica e estabilidade para resistir acidentalmente a grandes cargas estáticas ou dinâmicas, a partir da ação de pessoas ou objetos, sem o colapso total ou parcial, causando perigosos (pontiagudos ou cortantes) fragmentos, existindo o risco de falhar, particularmente quando haja uma mudança de nível, ou pôr em perigo a segurança de outras pessoas.

Segundo o ETAG-003 (2005) quando estas se encontram apenas com o esqueleto (não contendo o acabamento final) deverão resistir às solicitações resultantes do uso diário que são:

- A ação das pressões e depressões (gradientes de pressões) ocasionadas pelo vento;
- As ações de batimentos de portas;
- As ações decorrentes do apoio simultâneo de uma fila de pessoas sobre a parede;
- As ações decorrentes dos choques acidentais e não correntes sobre a parede de pessoas, objetos, peças de mobiliário ou equipamentos de limpeza.

Característica

Deverá ter como característica a sua reação quando é submetida aos ensaios de choque de segurança.

Modo de avaliação da característica

De modo a avaliar as características resistentes da parede deveriam ser feitos os seguintes ensaios definidos nas ISO 7892, ISO 7894, ISO DIS 7893.2 e BS 5234.2:

- Ensaio de resistência aos choques de corpo duro de 1kg;
- Ensaio de resistência aos choques de corpo mole de 50kg;
- Ensaio de resistência à carga estática horizontal linear;
- Ensaio de resistência ao vento;
- Ensaio de determinação da rigidez da parede;
- Ensaio de batimento de porta.

Especificações de desempenho

Devido à falta de legislação em Portugal para quantificar esta exigência deverá ser utilizada a legislação europeia para o efeito.

Tabela 3 - Critérios para avaliação do provete

TESTE	IMPACTO (KG)	Nº DE IMPACTOS	ENERGIA (NM)	CRITÉRIO
Corpo mole	50	1	100 - 200 - 300 - 400 ou 500	Nenhum colapso, nenhuma penetração e
Corpo duro	1	1	10	nenhuma projeção

As exigências deverão ser quantificadas através do documento “Diretivas Comuns UEAtc para a homologação de divisórias leves” ou segundo o ETAG-003.

Tabela 4 - Definição das categorias de uso (ETAG-003, adaptada)

CATEGORIA DE USO	DESCRIÇÃO
I	Zonas acessíveis principalmente para utilizadores com grande vontade de manter em bom estado a parede. Pequeno risco de acidentes e de utilização indevida.
II	Zonas acessíveis principalmente para utilizadores com alguma vontade de manter em bom estado a parede. Alguns riscos de acidentes e também de utilização indevida.
III	Zonas acessíveis principalmente para utilizadores com pouco interesse em manter a parede em bom estado. Risco de acidentes ocorridos e de utilização indevida.
IV	Zonas de risco descrita como ii e iii. No caso de risco de falha inclui a queda de um andar a um nível inferior / queda do utente ao chão a um nível inferior.

Na tabela 4, adaptada do ETAG-003, definem-se as quatro categorias de uso a que uma parede interior pode estar sujeita.

2.5.1.2. Segurança contra incêndios

Definição

Todas as estruturas devem ser projetadas de forma a ajudar a evacuação dos utentes num tempo útil que seja admissível, propiciar a intervenção dos bombeiros para a extinção, impedir ou minimizar o risco de propagação para construções ou divisórias contíguas.

Segundo o DL n.º4/2007 que transpõe a DPC para a legislação nacional as obras devem ser concebidas e realizadas de modo que, no caso de deflagrar um incêndio:

- A estabilidade dos elementos resistentes possa ser garantida durante um período de tempo determinado;
- A deflagração e a propagação do fogo e do fumo dentro da obra sejam limitadas;
- A propagação do fogo às construções vizinhas seja limitada;
- Os ocupantes possam abandonar ilesos a obra ou serem salvos por outros meios;
- A segurança das equipas de socorro tenha sido tida em consideração.

Característica

As divisórias interiores deverão obedecer à reação e à resistência ao fogo de acordo com o anexo I e o anexo II, respetivamente, do RSCI.

Modo de avaliação da característica

Deverão ser realizados ensaios para se determinar a reação ao fogo dos materiais de revestimento de paredes devendo cumprir-se as Especificações do LNEC E365, E366, E367, E368, E369, E370 e E371 sobre Segurança Contra Incêndio - Resistência ao fogo de elementos de construção.

Devido à falta de normas portuguesas sobre ensaios para se determinar a resistência ao fogo dos elementos de construção podem-se adotar os métodos previstos nas normas europeias:

- ISO 834-1:1999 - Fire-resistance tests -- Elements of building construction -- Part 1: General requirements;
- ISO/TR 834-2:2009 - Fire-resistance tests -- Elements of building construction -- Part 2: Guidance on measuring uniformity of furnace exposure on test samples;
- ISO/TR 834-3:1994 - Fire-resistance tests -- Elements of building construction -- Part 3: Commentary on test method and test data application;
- ISO 834-8:2002 - Fire-resistance tests -- Elements of building construction -- Part 8: Specific requirements for non-loadbearing vertical separating elements.

Especificações de desempenho

Para determinar o desempenho das paredes divisórias interiores podem ser encontradas no DL 220/2008 as exigências aplicáveis.

Nas tabelas seguintes serão apresentadas as exigências da legislação em Portugal. As exigências são ao nível da reação ao fogo e da resistência ao fogo dos materiais que compõem o elemento.

Tabela 5 - Classes de reação ao fogo

CLASSE	FATORES DE CLASSIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO COMPLEMENTAR
A1	ΔT , Δm , t_i e PCS	
A2	ΔT , Δm , t_i , PCS, FIGRA, LFS e THR_{min}	Produção de fumo «s1, s2 ou s3» e Gotículas ou partículas incandescentes «d0, d1 ou d2».
B	FIGRA, LFS, THR_{min} e F_i	Produção de fumo «s1, s2 ou s3» e Gotículas ou partículas incandescentes «d0, d1 ou d2».
C	FIGRA, LFS, THR_{min} e F_i	Produção de fumo «s1, s2 ou s3» e Gotículas ou partículas incandescentes «d0, d1 ou d2».
D	FIGRA e F_i	Produção de fumo «s1, s2 ou s3» e Gotículas ou partículas incandescentes «d0, d1 ou d2».
E	F_i	Gotículas ou partículas incandescentes «aprovação ou reprovação».
F	Desempenho não determinado.	

Tabela 6 - Classes de resistência ao fogo para elementos sem função estrutural

CLASSIFICAÇÃO	DURAÇÃO «EM MINUTO»					
E	20	30	60	90	120	
EI	15	20	30	45	60	90 120 180 240
EI-M		30	60	90	120	
EW	20	30	60	90	120	

Associada a estas tabelas teremos as categorias de risco da utilização-tipo de cada edifício também definida no DL 220/2008.

2.5.1.3. Segurança na utilização

Definição

Segundo o DL 4/2007 que transpõe a DPC “As obras devem ser concebidas e realizadas de modo a não apresentarem riscos inaceitáveis de acidente durante a sua utilização e o seu funcionamento, designadamente riscos de escorregamento, queda, choque, queimadura, eletrocussão e ferimentos em consequência de explosão.”

De acordo com Faria (1996) além dos riscos referidos no DL 4/2007 devem ter-se em conta outros riscos como a existência de cantos cortantes ou pontiagudos e a textura muito rugosa da parede.

Característica

As divisórias interiores deverão ser projetadas e instaladas de forma a precaver lesões por parte dos utilizadores em condições de utilização normal. Alguns riscos a serem acautelados são:

- Risco de escorregamento;
- Risco de queda;
- Risco de choque;
- Risco de queimadura;
- Risco de eletrocussão;
- Rugosidade na parede;
- Existência de arestas vivas.

Modo de avaliação da característica

Esta característica deverá ser sujeita a avaliação qualitativa de um perito (Faria, 1996).

Especificações de desempenho

Não há regulamentação nacional para se efetuarem estas verificações ao nível desta exigência. Em todo o caso a existência de disposições regulamentares de carácter geral obriga a que seja feita a verificação destes pontos em todas as obras.

2.5.1.4. Segurança contra intrusão

Definição

A divisória deverá ser projetada para impedir ou, no mínimo, dificultar o acesso de pessoas e animais ao espaço que esta limita.

Característica

Impedir intrusão.

Modo de avaliação da característica

Avaliação feita por perito de segurança de pessoas e bens.

Especificações de desempenho

Após a avaliação do perito o cumprimento da exigência será sempre aprovado ou rejeitado.

2.5.2. Saúde e conforto

2.5.2.1. Estanquidade à água

Definição

As paredes devem ser estanques à água quando estas são sujeitas a lavagens por parte dos utilizadores ou se for projetada água contra elas. Deve ter-se em conta o revestimento final devido à localização da parede que pode ser numa cozinha, quarto de banho ou lavandaria o que aumenta a necessidade de esta ser estanque.

Deve-se garantir em alguns casos a estanquidade até 1,5 m a 2,0 m (Faria, 1996).

Característica

Não há nenhuma característica em particular que se possa utilizar para a avaliar. Nesta avaliação devem ter-se em conta os materiais da construção e o seu grau de permeabilidade à água e as ligações quer do rodapé quer do rodadeto.

Modo de avaliação da característica

De modo a avaliar a característica devem ter-se em conta os materiais utilizados na parede ou nas ligações. Devem utilizar-se as respectivas normas de cada material com os respetivos ensaios (Faria, 1996):

- Permeabilidade à água sob pressão;
- Absorção de água por capilaridade;
- Absorção de água por imersão.

Especificações de desempenho

A estrutura final deverá assegurar a inexistência de infiltrações de água pelos processos já referidos.

2.5.2.2. Estanquidade ao ar

Definição

Esta característica é das mais importantes no interior de um edifício. O seu controlo garante algumas vantagens para os utilizadores que são facilmente perceptíveis tais como correntes de ar, perda de calor e transporte de partículas (ex. pó).

Característica

Esta característica é avaliada através de uma diferença de pressão entre os locais separados medida em m³/h.

Modo de avaliação da característica

A verificação desta característica pode ser efetuada, por analogia, utilizando as normas de janelas de acordo com a norma:

— NP 2333: 1988 - Métodos de ensaio de janelas. Ensaio de permeabilidade ao ar.

Especificações de desempenho

As estruturas deverão garantir total estanquidade ao ar. Deve ter-se algum cuidado no tratamento das juntas de ligação dos painéis.

2.5.2.3. Conforto higrométrico e térmico

Definição

Segundo a DPC, as obras e por conseguinte as paredes interiores devem ser concebidas “de modo a que a quantidade de energia necessária para a sua utilização seja reduzida, tendo em conta as condições climáticas do local de implantação e o conforto térmico dos ocupantes”.

O conforto térmico é influenciado por diversos fatores como o nível de atividade, o vestuário, temperatura do ar, temperatura média radiante, movimento do ar ou humidade.

Já o conforto higrométrico tem a ver com humidade no interior dos edifícios, resultando de um equilíbrio entre a produção de vapor e a ventilação existente.

Característica

A avaliação do conforto térmico pode ser feita pelo coeficiente de transmissão térmica médio da parede (U) em $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

O conforto higrométrico pode ser avaliado pela humidade interior (humidade absoluta) em kg/kg.

Modo de avaliação da característica

O cálculo da componente térmica pode ser feito através do RCCTE.

No cálculo da componente higrométrica deverá seguir-se a EN ISO 6946:2007.

Especificações de desempenho

Na tabela 7 encontram-se os valores máximos e de referência definidos na legislação nacional. Estes valores são relativos às envolventes verticais interiores e exteriores dos

edifícios. Os valores de referência são os valores que se devem garantir para que haja uma dispensa da verificação detalhada do RCCTE em habitações unifamiliares com Área mínima de verificação inferior a 50 m².

Tabela 7 - Valores máximos e de referência das envolventes verticais definidas no RCCTE (W/m².°C).

ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO	ZONAS CLIMÁTICAS INVERNO					
	I1		I2		I3	
	Máximo	Referência	Máximo	Referência	Máximo	Referência
VERTICAL EXTERIOR	1.8	0.7	1.6	0.6	1.45	0.5
VERTICAL INTERIOR	2	1.4	2	1.2	1.9	1

2.5.2.4. Pureza do ar

Definição

No interior das habitações deve-se garantir que existem condições de pureza do ar adequadas para preservar a saúde dos ocupantes.

De acordo com a DPC deve-se preservar a saúde dos ocupantes e dos vizinhos de vários perigos como gases perigosos, emissão de radiações perigosas, entre outros.

Característica

A avaliação pode ser efetuada através de medição de vários parâmetros como:

- Ocorrência de fungos ou micro-organismos;
- Existência de concentração elevada de substâncias prejudiciais à saúde.

Modo de avaliação da característica

Devem ser efetuados ensaios aos produtos em laboratório para se averiguar a existência de produtos nocivos ou, na ausência de ensaios, um certificado do fabricante em como garante a qualidade do produto.

O mesmo se deve fazer para as substâncias que possam ter alguma emissão por radiação.

A parede no seu estado novo pressupõe a ausência de fungos ou micro-organismos, neste caso bastará a avaliação de um perito. Esta avaliação está condicionada por outras exigências como por exemplo a estanquidade ao ar e à água.

Especificações de desempenho

Devem ser cumpridos os limites máximos de exposição do ser humano às substâncias nocivas. Existem diversos produtos nocivos para a saúde do ser humano.

Esses produtos encontram-se listados pela *European Chemicals Agency* (ECHA) no seu site.

2.5.2.5. Conforto acústico

Definição

Dependendo da utilização e localização do edifício, as suas paredes interiores deverão ter “um isolamento a sons aéreos e contribuir para o isolamento acústico da envolvente” (Faria, 1996) de maneira a cumprir a legislação.

Característica

- Índice de isolamento sonoro a sons aéreos ($D_{2m,nt,w}$);
- Coeficiente de absorção sonora do revestimento da parede (α);
- Isolamento sonoro médio das paredes exteriores do edifício ($D_{nt,w}$).

Modo de avaliação da característica

Esta avaliação deve ser feita em laboratório ou *in situ* de acordo com a legislação portuguesa:

- NP EN ISO 140-4: Medição, *in situ*, do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos;
- NP EN ISO 717-1: Determinação do isolamento sonoro em edifícios e de elementos de construção. Parte 1: isolamento sonoro a sons de condução aérea;
- EN ISO 3382-2: *Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms.*

Especificações de desempenho

As exigências que as paredes deverão cumprir estão descritas no RGR:

- Isolamento a sons aéreos dentro do edifício:
 - Edifícios de habitação:
 - Entre um fogo (emissor) e quartos ou zonas de estar de outro fogo (recetor) $D_{nT,w} \geq 50$ dB;
 - Entre locais de circulação comum do edifício (emissores) e zonas de estar ou quarto de um fogo (recetor) $D_{nT,w} \geq 48$ dB;
 - Entre zonas comerciais, industriais ou serviços num edifício (emissor) e quartos ou zonas de estar de um fogo (recetor) $D_{nT,w} \geq 58$ dB
- Isolamento sonoro medio das paredes exteriores do edifício de habitação ($D_{2m,nt,w}$)
 - Locais pouco ruidosos $D_{2m,nt,w} \geq 25$ dB;
 - Locais ruidosos $D_{2m,nt,w} \geq 30$ dB;
 - Locais ruidosos $D_{2m,nt,w} \geq 35$ dB.

2.5.2.6. Higiene

Definição

Nesta exigência deve ter-se em conta alguma ligação com a pureza do ar completando-a segundo Faria (1996) nos seguintes aspetos:

- Deverá ser fácil a limpeza da parede interior e a sua conservação em condições adequadas ao uso;
- Quer os fumos provenientes do tabaco quer os da confeção de alimentos não deverão alterar as características dos revestimentos das paredes;
- Deverá ser difícil a fixação ou a permanência de poeiras ou micro-organismos.

Característica

Capacidade das paredes através de reações químicas fixar matérias prejudiciais à saúde dos utilizadores, insalubres ou de limpeza difícil.

Modo de avaliação da característica

Verificação da composição química dos produtos que compõem os acabamentos finais da parede e da sua salubridade inicial e durante o período de utilização (Faria, 1996).

Especificações de desempenho

Os produtos de limpeza utilizados e recomendados pelo fabricante não deverão danificar o acabamento da parede. As paredes não deverão ser muito pegajosas ou ásperas de forma a não permitirem a fácil fixação de poeiras; deve ter-se em conta também a sua orientação e localização devido a, por exemplo, correntes de ar.

Os processos de limpeza dos acabamentos deverão ser os mais comuns e não devem exigir a utilização de produtos nocivos (para o ser humano) na sua limpeza.

2.5.2.7. Conforto visual

Definição

As paredes deverão apresentar uma superfície sem defeitos e visualmente agradável.

As paredes deverão garantir total verticalidade e horizontalidade sem alguma diferença ao nível da cor, do brilho, luminosidade ou reentrâncias na parede.

Característica

Devem verificar-se os desvios em relação à verticalidade e horizontalidade das paredes.

Verificar os defeitos nas paredes e largura de fendas.

Modo de avaliação da característica

A maioria das avaliações será realizada com ensaios *in situ*.

Na verificação da verticalidade deve-se utilizar um fio-de-prumo com a altura da parede e verificar os desvios.

A verificação da horizontalidade pode ser avaliada segundo Faria (1996) por três métodos. Num deles deve ser feita a medição das flechas das paredes com a utilização de uma régua de 2,0 m de comprimento que irá percorrer a parede avaliando a horizontalidade geral e uma outra régua com 0,20 m irá avaliar a horizontalidade localizada.

Deve ser efetuado um exame visual por perito para determinar os defeitos e ser efetuada uma medição da largura das fendas.

Especificações de desempenho

As flechas admissíveis na horizontalidade geral são no máximo 10 mm e esta reduz-se para 5 mm quando o revestimento for executado utilizando a técnica de pontos e mestras (Faria, 1996).

Na horizontalidade localizada o desvio será no máximo 2 mm (Faria, 1996).

A verticalidade terá no máximo desvio de 5 mm por cada piso.

A largura das fendas deverá ser no máximo 0,2 mm. Os defeitos deverão ser considerados aceitáveis ou não caso a caso.

2.5.2.8. Conforto tátil

Definição

As paredes não devem apresentar rugosidade extrema, arestas vivas ou descontinuidades que causem desconforto no utilizador. A rugosidade também contribui na exigência de higiene (áspero).

A rugosidade pode não depender da estrutura base mas sim do acabamento final que se coloca (areado) ou do processo de aplicação (por exemplo ser projetado).

Característica

Existência de diferenças de espessuras no revestimento final que sejam visíveis.

Modo de avaliação da característica

Deve ser feito um ensaio *in situ* para se obter o perfil geométrico de superfície da parede revestida.

Especificações de desempenho

Deve-se fixar caso a caso a rugosidade máxima admissível.

2.5.2.9. Facilidade de limpeza e manutenção

Definição

As paredes deverão ter acabamentos finais que permitam uma fácil limpeza por parte dos utilizadores durante o seu tempo de vida conferindo-lhe um aspeto semelhante ao de uma nova parede.

Deverão ser utilizados produtos comuns para a sua limpeza e esta ser executada com facilidade.

Comunicação dos critérios necessários a satisfazer para conservar a parede semelhante ao estado inicial.

Característica

Periodicidade das limpezas, mão-de-obra necessária para a limpeza e os produtos necessários.

Explicação das operações de manutenção a realizar.

Modo de avaliação da característica

Deve ser feito um ensaio definido pelo fabricante da parede ou pelo projetista utilizando o produto definido por um destes.

O ensaio da limpeza deverá ser de acordo com a ISO 26987:2008.

Especificações de desempenho

Deve ser definido ou pelo fabricante ou pelo projetista o número de vezes que deve ser feita a limpeza e a manutenção da parede bem como a mão-de-obra e os materiais a utilizar.

2.5.3. Económica

2.5.3.1. Durabilidade

Definição

A parede deve conseguir manter as suas características de desempenho iguais ou muito semelhantes às iniciais e conservar os acabamentos, durante um período de vida nunca inferior a 30 anos, mesmo sujeita a diversos agentes externos.

Esses diversos agentes são:

- Ações de choque contra a parede repetidas, batimento de portas ou de outros elementos na parede;
- Ações devido à higrotermia;
- Ações da água durante lavagens, infiltrações ou condensações;
- Ações de retração-expansão, produtos de limpeza inadequados, fungos, bactérias ou reações químicas.

Característica

Tempo de vida útil, em anos (Faria, 1996).

Modo de avaliação da característica

Esta avaliação deve ser efetuada por um perito com experiência com base em comparações com soluções já vistas anteriormente.

Especificações de desempenho

O fabricante deve definir o tempo médio de vida útil.

Em norma para soluções pré-fabricadas leves prevê-se um tempo de vida útil de 25 a 30 anos (EOTA, 2005).

2.5.3.2. Facilidade de transporte e armazenamento

Definição

A parede deve ser projetada para que a sua massa e a sua dimensão sejam as mais adequadas para o seu fácil manuseamento e transporte quer no local de fabrico quer durante o transporte quer posteriormente na montagem em obra.

As dimensões deverão permitir um fácil armazenamento das estruturas.

Característica

Verificação da massa e das dimensões dos constituintes da parede antes de serem colocados na parede.

Maneira de armazenar os diversos componentes da parede (Faria, 1996).

Modo de avaliação da característica

Utilização de um equipamento que limite o erro máximo admissível a 1% (Faria, 1996).

Averiguação da conformidade entre as indicações do fabricante e o real desempenho das estruturas quando armazenadas (Faria, 1996).

Especificações de desempenho

O fabricante ou o projetista deverão definir quer a massa quer as dimensões da estrutura.

A geometria deve ser de tal forma simples que permita um fácil manuseamento da estrutura quer por meios humanos quer por meios mecânicos.

As indicações de armazenamento deverão ser fornecidas pelo fabricante das estruturas.

2.5.3.3. Facilidade de montagem e desmontagem

Definição

A montagem e desmontagem da estrutura deve ser efetuada de acordo com os rendimentos de colocação mundialmente aceites.

Característica

Deve ter-se em conta com os rendimentos de mão-de-obra da montagem e da desmontagem.

Modo de avaliação da característica

Efetuada um controlo em obra.

Especificações de desempenho

Os rendimentos devem ser indicados pelo fabricante de acordo com os que são mundialmente aceites.

2.5.3.4. Custo

Definição

O custo da estrutura deverá ser o menor possível de forma a garantir competitividade no mercado em que se insere (alvenarias).

Característica

Esta exigência deve ser expressa em €/m².

Modo de avaliação da característica

Deve ser efetuado um cálculo sobre o custo total da parede. Devem ter-se em conta todos os custos associados à sua aquisição e montagem e respectivos acessórios necessários para a montagem.

Especificações de desempenho

No final deve ser feita uma análise comparativa com soluções equivalentes para se verificar a sua viabilidade económica.

2.5.4. Sustentabilidade

2.5.4.1. Sustentabilidade do sistema

Definição

Todo o sistema deve ser projetado e construído tendo por base os princípios da sua própria sustentabilidade.

Os vários componentes devem ser todos eles bons para o ambiente e aumentar a qualidade e bem-estar dos edifícios onde sejam integrados.

Característica

Devem ser analisados os ciclos de vida dos materiais utilizados na estrutura.

Devem ter-se em conta diversos fatores como:

- Quantidade de material utilizado;
- Quantidade de energia gasta na sua produção;
- Possibilidade de reutilização dos materiais;
- Tempo de vida útil e a manutenção exigida;
- Possibilidade de reciclagem.

Modo de avaliação da característica

Deve ser feita uma análise do ciclo de vida (ACV) do material em questão de acordo com as normas europeias:

- ISO 14040:2006 - *Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and Framework*;
- ISO 14044:2006 - *Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines*;
- ISO/TR 14047:2012 - *Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations*;
- ISO/TS 14048:2002 - *Environmental management -- Life cycle assessment -- Data documentation format*;
- ISO/TR 14049:2012 - *Environmental management -- Life cycle assessment -- Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis*.

Especificações de desempenho

O fabricante deve emitir relativamente ao produto as respectivas declarações ou rótulos ambientais que o produto cumpre de acordo com a ISO 14025:2006: no caso dos materiais da construção a declaração para os materiais da construção deve ser de acordo com a ISO 21930:2007.

Os fabricantes podem também adotar três tipos de rotulagem ambiental:

- Tipo I - certificação baseada em multicritérios e de terceira parte;
- Tipos II - referem-se a declarações feitas pela própria empresa fabricante, mas essas declarações estão controladas;
- Tipo III - aplicáveis a informações quantificadas sobre o produto que são baseadas em verificações independentes e relacionadas ao seu ciclo de vida e relacionadas ao seu ciclo de vida.

Os fabricantes podem também adotar certificações:

- Orgânicas;
- Florestais;
- Consumo de energia.

3. CONCEÇÃO DO SISTEMA

3.1. Formulação do problema

De forma a poder desenvolver-se o sistema preconizado foi necessário fazer a sua completa caracterização de maneira a identificar-se claramente todos os problemas a serem resolvidos.

O sistema preconizado será um sistema de divisórias pré-fabricadas leves desmontáveis com placas de *gypcork* nas faces, madeira de pinho no “caixilho” estrutural e placas de aglomerado de cortiça expandida (figura 5).

O facto de ser uma estrutura desmontável quer dizer que esta pode ser desmontada e reinstalada. A sua desmontagem “não afeta os subsistemas periféricos.” (Faria, 1996), e poderá apenas ser necessária a substituição de alguns elementos de ligação ou fixação de forma a manter as características iniciais da estrutura. Todo o processo de desmontagem deve ser de acordo com o que for especificado pelo fabricante do produto, isto é, devem ser utilizadas as ferramentas e o pessoal com formação para executar essa tarefa.

O sistema descrito neste ensaio prevê um grande grau de pré-fabricação e modulação. Na elaboração deste ensaio encontraram-se diversos problemas que estão elencados na tabela 8.

As soluções definidas para o problema serão apresentadas mais à frente. De forma a determinar estas soluções teve que se ter em conta que elas deveriam cumprir todas as exigências já referidas anteriormente.

Figura 5 - Representação da divisória “aberta”



Visto que é um sistema pré-fabricado sem possibilidade de alterações significativas durante a sua conceção, é de extrema importância determinar todos os problemas que possam surgir de forma a solucioná-los na fase de conceção.

Na realização de um sistema de divisórias leves pré-fabricadas temos que ter em conta que estas serão utilizadas em diferentes locais (ex. cozinha e quarto – zonas húmidas e secas) e que a função a que se destinam é diferente (ex. divisória interior habitação e separação entre duas habitações). Deve-se ainda ter em atenção o tipo de ocupação do edifício onde vai ser incorporada de forma a cumprir as suas exigências.

Tabela 8 - Lista de problemas detetados

#	PROBLEMAS A AVALIAR / DEFINIR
1	Arranque do painel
2	Rodapé
3	Rodateto
4	Solução estrutural do painel
5	Ligação da estrutura do painel
6	Fixação das placas de <i>gypcork</i> à estrutura
7	Ligação painel-painel
8	Ligação painel em t
9	Ligação painel em l
10	Solução para as instalações embutidas – tubos (abastecimento, eletricidade, ventilação, saneamento, gás, aquecimento, telefone, televisão, internet, entre outros)
11	Solução para instalações embutidas – equipamentos (tomadas, grelhas ventilação, peças sanitárias, entre outros)
12	Junta painel-painel
13	Ligação painel-teto
14	Ligação painel-pavimento
15	Tolerâncias de fabrico e montagem admissíveis
16	Acerto final / fecho da parede divisória

A solução que se pretendeu criar tem como premissas a facilidade de execução, baixa complexidade de montagem e economia do sistema. Desta forma, a resolução de problemas de isolamento sonoro não está contemplada neste ensaio apesar de se utilizar uma placa com bons índices de isolamento sonoro.

Devido à constante evolução da sociedade e das suas necessidades de uso, desenvolveu-se este sistema para que fosse encontrada uma solução com rápida montagem e que ao mesmo tempo fosse do ponto de vista económico muito vantajosa face às tradicionais.

Foi desenvolvida uma solução inicial que servisse de separação entre espaços dentro de uma habitação, pois este seria um dos mercados a explorar devido à constante construção de edifícios habitacionais. Visto que a regulamentação, pelo menos em Portugal, é mais

exigente para edifícios de habitação do que para os de comércio ou serviços estas serão sempre aplicáveis neste tipo de edifícios.

Esta estrutura poderá ser aplicada quer em edifícios pré-fabricados, com pré-fabricação fechada por exemplo, bem como em edifícios de construção tradicional em betão armado, ou ainda na reabilitação das edificações.

Desta forma o que se pretende é um sistema de divisória interior para qualquer tipo de edifício corrente, com uma aplicação/montagem simples e económica.

3.2. Criação do sistema

Durante a criação deste sistema existiram várias fases de relevo para a sua concretização:

- Tipo de sistema e do seu propósito;
- Tipo de placa de revestimento exterior a utilizar;
- Dimensionamento;
- Estrutura de suporte a utilizar;
- Pormenorização (ligação entre painéis, rodapé, rodapeto, entre outros).

Todo este trabalho de criação de um novo sistema foi apoiado em diversa bibliografia e adotando a metodologia teste-erro em que tudo isto era previsto com pormenores à escala.

Numa primeira fase do ensaio foi ponderada a utilização de placas de gesso cartonado em cada uma das faces da divisória. O interior da divisória seria preenchido com aglomerado negro de cortiça. O aglomerado negro de cortiça é um produto natural com boas características acústicas e térmicas. A estrutura de suporte de todo o sistema seria em madeira de pinho.

Devido à recente inovação que é o *gypcork*, foi possível a substituição da placa preconizada inicialmente neste ensaio. Dado que o *gypcork* é uma estrutura recente ainda não existem muitos estudos relativos a este produto a não ser os que foram efetuados pelo fabricante (declaração de conformidade CE) (Anexo III). Já uma parte dos seus componentes como é o caso das placas de gesso cartonado têm sido muito utilizadas a nível mundial. Para aplicação de estruturas em gesso cartonado existem diversas publicações técnicas que definem diversos sistemas estruturais (*Knauf*, *British Gypsum*, *Pladur*, *Placoplâtre*) que contribuíram para a definição estrutural do sistema criado.

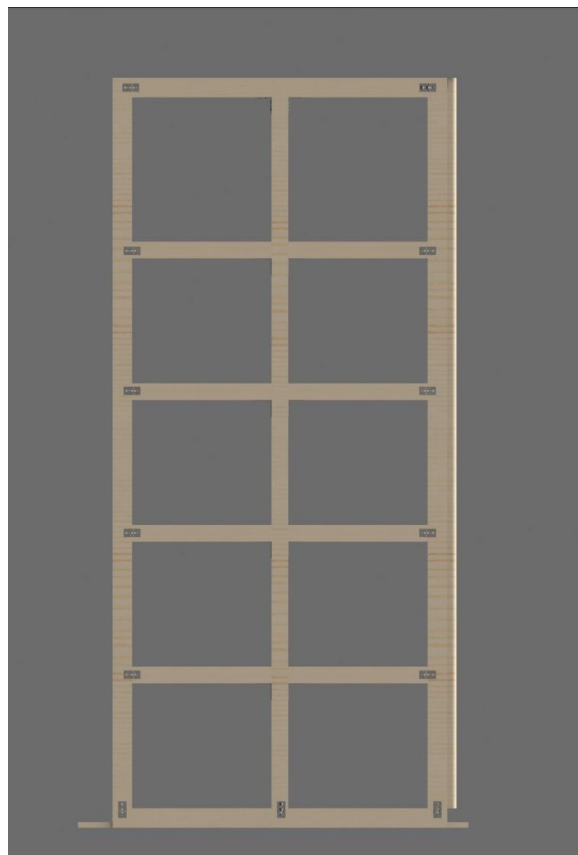
A consulta de catálogos disponíveis em sítios da internet tal como os da *Knauf* “*Tabiques con estructura metálica*” e “*Soluciones globales para la construcción de viviendas*” permitiu que se tivesse uma maior perspetiva sobre uma possível estrutura de suporte que se poderia adotar pois exemplifica várias disposições estruturais e os diversos acabamentos que pode ter.

Com a análise de toda a informação recolhida foi possível definir o tipo de sistema e o seu propósito. Também se conseguiu definir o tipo de placa que se irá utilizar como revestimento exterior.

Posteriormente começou a fase de dimensionamento da estrutura de suporte do painel. O painel não será dimensionado neste ensaio visto que é uma peça já existente e que vem de fábrica.

A estrutura de suporte irá ser em madeira de pinho (figura 6) visto ser uma matéria-prima abundante em Portugal, logo os custos associados à produção da placa serão menores.

Figura 6 - Estrutura de pinho bravo



No dimensionamento foi seguida a metodologia definida por Faria (1996), para a estrutura de madeira de pinho.

As placas de *gypcork* já estão dimensionadas pelo fabricante de acordo com as normas europeias. As placas utilizadas serão todas feitas de acordo com as necessidades da estrutura que o cliente deseja.

As ligações de todo o suporte foram todas idealizadas tendo por base informação extraída da diversa bibliografia consultada em Cachim (2007), Eurocódigo 5 (1995) (EC 5),

catálogo do fabricante da placa *gypcork* e catálogos de diversas empresas de pré-fabricação.

3.3. Descrição do sistema

O sistema, ou o subsistema de um edifício, apresenta como principais componentes do painel divisória, os painéis de *gypcork* dimensões 1200 mm x 2700 mm e a estrutura de suporte em madeira de pinho e tendo como elementos principais as ligações de fixação para a laje de piso e teto, bem como a ligação entre painéis. As dimensões 1200 mm x 2700 mm foram estabelecida devido à dimensão comercial do *gypcork*, conseguindo-se dessa forma obter o máximo proveito dessas dimensões. Realça-se, no entanto que em situações de pé-direito inferior a 2700 mm, a divisória será fabricada com a respetiva dimensão, resultando maior desperdício de material. Para o caso inverso, a situação terá de ser avaliada, de modo a ser criado um painel complementar para cobrir a diferença.

O suporte onde se irá fixar o painel é materializado em madeira de pinho. A estrutura terá a forma retangular de forma a facilitar a montagem e a união de outros painéis. Além destas vantagens terá também vantagem ao nível das tolerâncias na fabricação dos elementos.

Esta estrutura irá suportar o painel dentro dos seus limites. Os painéis aplicados serão pré-fabricados e com dimensões modulares de forma a permitir um melhor ajuste às necessidades dos utilizadores.

O painel (figura 7) terá uma estrutura interior de forma a possibilitar uma melhor fixação. As placas exteriores em *gypcork* serão fixas a esta estrutura de forma a aumentar a

solidarização do sistema. Na parte interna do painel serão colocadas placas de aglomerado de cortiça expandida de maneira a aumentar a performance acústica e térmica.

Figura 7 - Painel completo "aberto"



Irá ser colocado um produto resiliente no topo e na lateral da estrutura de forma a diminuir os problemas acústicos que possam surgir e diminuir as tolerâncias da fabricação e da montagem da estrutura.

O painel terá duas versões para obra. A primeira em que já vem montada de fábrica com as duas faces do painel em *gypercork* colocadas, a grade interna de suporte estrutural e o bordo exterior em pinho e as placas de aglomerado de cortiça expandida. A segunda em que vem sem uma das faces do painel para permitir a fixação a outro painel já existente.

As especificações técnicas do sistema são:

- Altura máxima: 270 cm;
- Massa por módulo: 40kg/m²;
- Espessura total: 17 cm;
- Segurança em utilização⁶:
 - Categoria de uso IV para cargas choque;
 - Categoria de área C.

Tabela 9 - Cálculo da massa de uma divisória em kg/m²

ELEMENTO	PESO PRÓPRIO (kg/m ³)	VOLUME (m ³)	ÁREA PAINEL (m ²)	QUANTID ADE	TOTAL (kg/m ²)
GYPCORK	240	0,16038	3,24	2	23,76
AGLOMERADO DE CORTIÇA EXPANDIDA	120	0,103	3,24	1	3,81
PINHO BRAVO	600	0,06365	3,24	1	11,79
CANTONEIRA GRADE INTERIOR	7860	0,000018	3,24	10	0,44
CANTONEIRA LIGAÇÃO EXTERIOR	7860	0,0000032	3,24	2	0,02
CHAPA PERFURADA	7860	0,0000027	3,24	13	0,09
PARAFUSOS					0,15
MASSA TOTAL DE UMA DIVISÓRIA					40,05

⁶ De acordo com o ETAG-003.

3.4. Fundamentação de soluções preconizadas

3.4.1. Estrutura e arquitetura base

Começou-se por definir o sistema estrutural de suporte da divisória leve. Esta estrutura seria decisiva pois da sua definição dependia o desenvolvimento de toda a solução.

De forma a idealizar o sistema adotaram-se algumas premissas como:

- Estanquidade ao ar;
- Garantia de conforto térmico e acústico;
- Facilidade de montagem e desmontagem;
- Absorção de tolerâncias quer do fabrico quer da montagem;
- Facilidade de ligação entre os vários painéis dos sistemas e destes com os subsistemas periféricos.

Estas premissas para serem cumpridas tiveram que se implementar algumas medidas nas ligações entre os diversos painéis e a estrutura envolvente.

As medidas implementadas foram:

- Ligação vertical entre painéis contínuos através dos prumos com uma configuração tipo macho/fêmea (figura 8, 9 e 10);
- Colocação de uma cantoneira no topo dos prumos (ao lado da saliência e da reentrância) de forma a efetuar a ligação ao subsistema periférico;
- Colocação de uma guia na base para se efetuar a colocação do painel;
- Junta entre painéis ocultada por uma banda própria para gesso cartonado;
- Colocação de um material resiliente entre os painéis e os subsistemas periféricos de forma a absorver as tolerâncias de fabrico e montagem.

Figura 8 - Ligação dos painéis tipo macho-fêmea

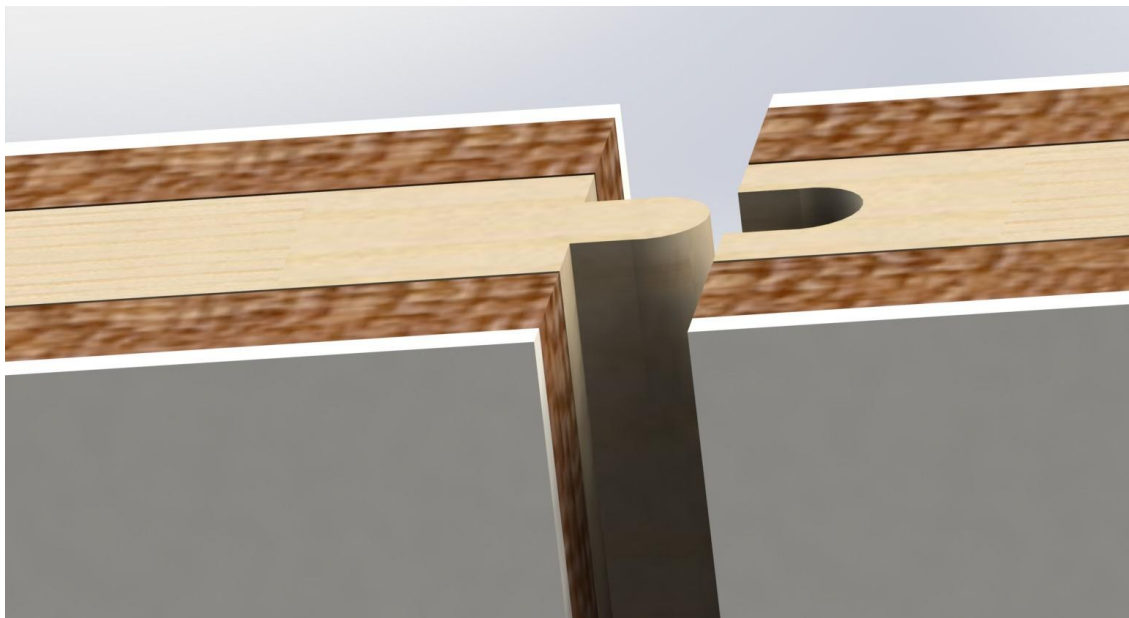


Figura 9 - Ligação dos painéis tipo fêmea

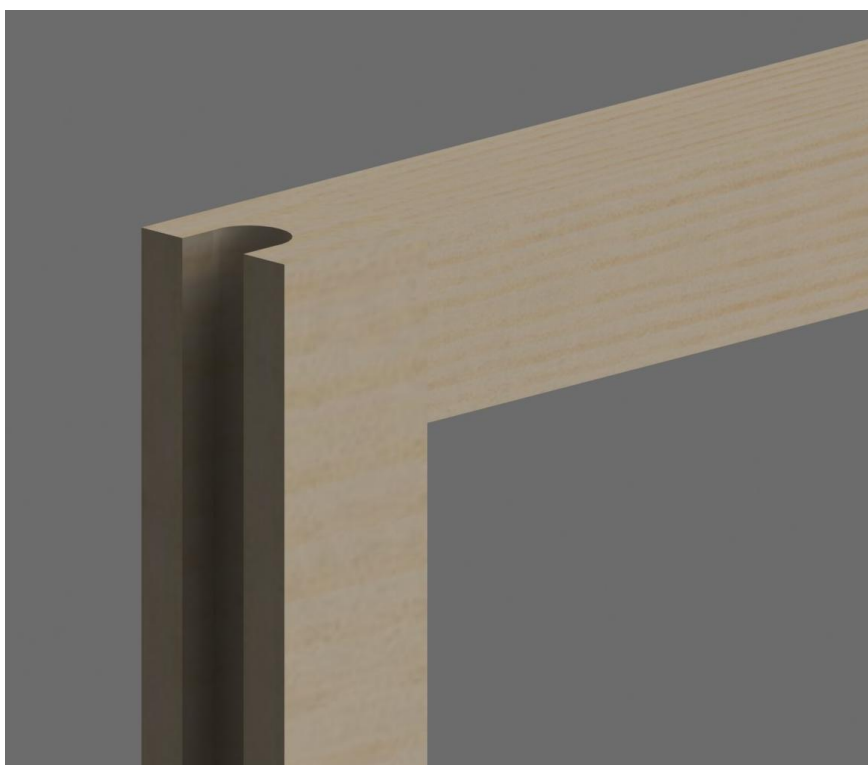


Figura 11 - Ligação dos painéis tipo macho

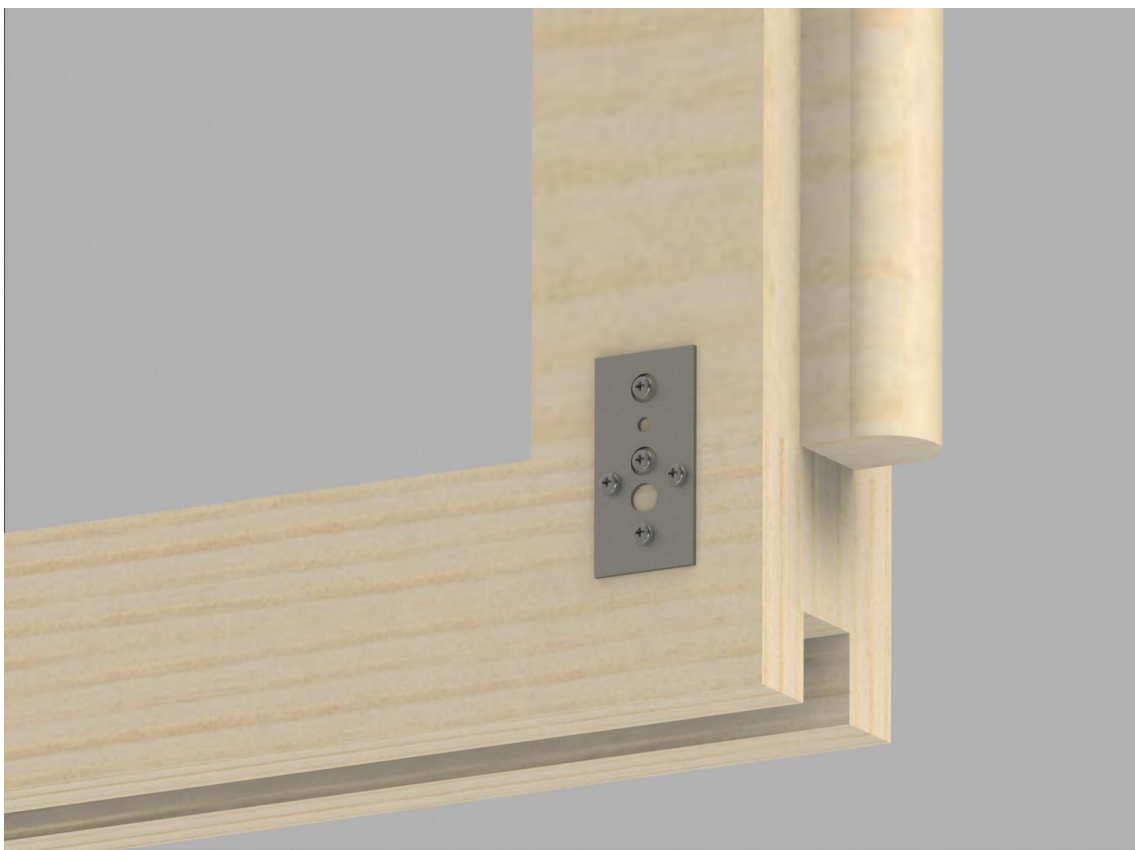
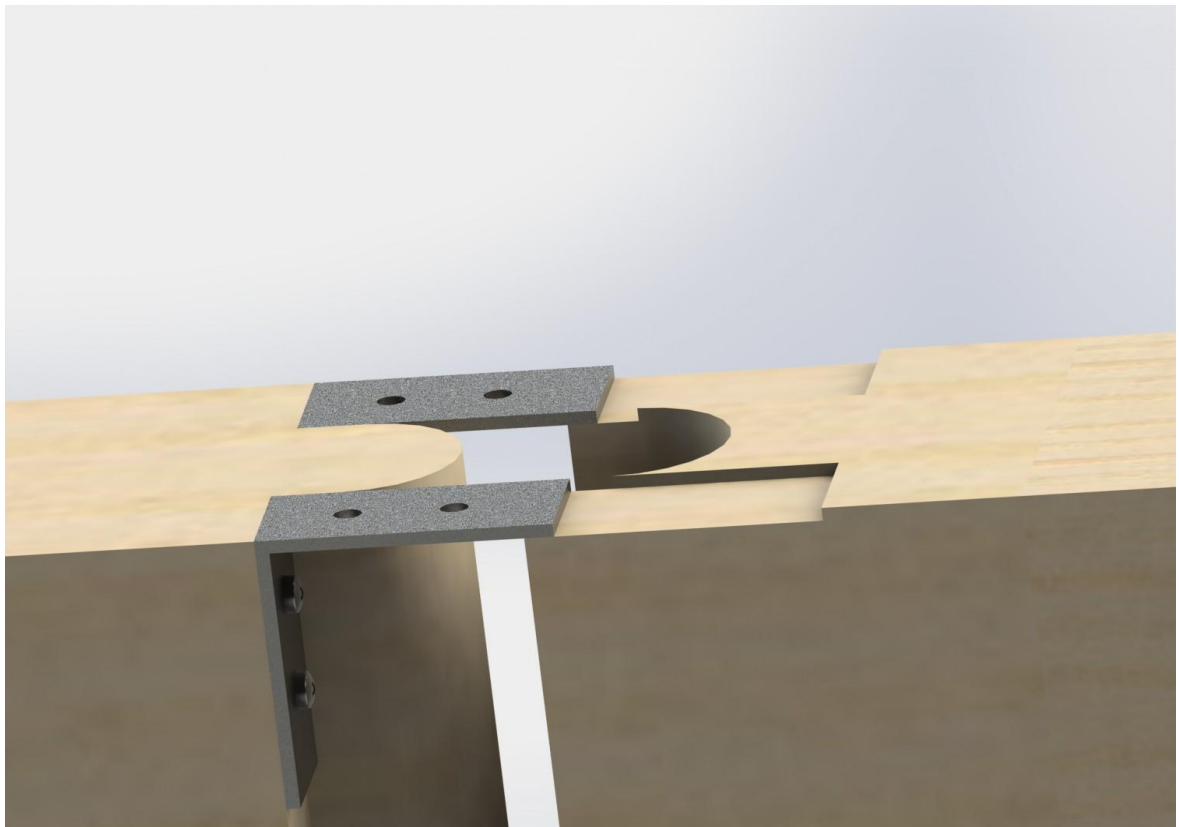


Figura 10 - Ligação através de cantoneira no topo dos prumos aos subsistemas periféricos



A definição das dimensões a adotar no painel foram efetuadas da seguinte maneira:

- Definiu-se inicialmente a utilização de uma placa de aglomerado negro de cortiça revestida exteriormente por uma placa de gesso cartonado, mas posteriormente esta ideia foi abandonada com o recurso aos painéis *gypcork* definiu-se a sua utilização como base do sistema.
- A utilização do *gypcork* como material vem de uma premissa inicial que era a utilização de “materiais portugueses” na estrutura a ser concebida. Assim, o *gypcork*, visto que é composto por aglomerado de cortiça expandida, e sendo Portugal o maior produtor mundial de cortiça, este produto teria que figurar entre os escolhidos para compor a estrutura.
- De forma a saber as dimensões das placas de *gypcork* consultou-se o fabricante (GypTec) e adotaram-se as medidas máximas dadas por eles que eram 1200 mm x 2700 mm;
- A utilização da madeira de pinho bravo vem também do facto de Portugal ser um grande produtor e exportador (AIMMP) desse tipo de madeira e com estas duas escolhas tentar fomentar e aumentar o crescimento da nossa economia através de um produto onde a maior parte dos recursos utilizados são produzidos em Portugal.
- O acabamento do *gypcork* é em gesso cartonado o que permite a existência de um desnível/reentrância mínimo para se efetuar a junta e ocultar a ligação entre painéis;
- Na parte interior, entre as placas de *gypcork*, está prevista a colocação de placas de aglomerado de cortiça expandida. Como já foi referido estas placas são um material natural e de produção nacional. Além disto possui boas características acústicas e térmicas.

Após a definição dos materiais passou-se para a definição das dimensões que a divisória iria assumir.

As placas de *gypcork* possuem 49,5 mm de espessura, pelo que a utilização de duas placas, uma em cada face, corresponde a perto de 100 mm de espessura. Como o sistema estava a assumir dimensões muito elevadas, devido às placas de *gypcork*, tentou-se utilizar o menor valor possível na estrutura de pinho para que a divisória não tivesse uma espessura muito elevada.

Adotaram-se as medidas para as vigas de 70 mm x 70 mm, de 70 mm x 100 mm e de 60 mm x 70 mm, baseadas nas dimensões comerciais das vigas que existem no mercado, que são de 70 mm x 140 mm, de 70 mm x 200 mm e 70 mm x 120 mm.

Desta forma a espessura total da divisória será de 170 mm que resulta dos 100 mm dos painéis de *gypcork* e 70 mm dos montantes da estrutura em pinho.

3.4.2. Pré-avaliação do desempenho mecânico

Foi efetuada uma pré-avaliação do desempenho mecânico.

Os painéis estão apoiados no topo através de cantoneiras e na base através de uma calha existente. Lateralmente o painel apoia-se noutros painéis que possam existir lateralmente ou num painel de arranque.

Para esta avaliação mecânica foi assumido que o painel estava simplesmente apoiado no topo e na base. Desprezou-se a travacção que poderá ser introduzida pelos painéis adjacentes.

Na avaliação do desempenho mecânico do sistema em formulação, contribuiu o desempenho mecânico dos montante de pinho e não se considerou numa solidarização do

sistema de forma a ser mais prejudicial e assim a divisória ficar sujeita a um maior esforço e possibilidade de maior suporte de cargas.

O pinho utilizado foi considerado da classe de resistência C24 (Rodrigues, 2004) e apresenta as seguintes características:

- Resistência flexão ($f_{m,k}$) = 24 MPa;
- Resistência ao corte ($f_{v,k}$) = 2,5 MPa;
- Modulo de elasticidade ($E_{0,k50}$) = 11 MPa;

De acordo com o EC5 deve ser efetuada uma relação entre os valores característicos e os valores de cálculo:

$$X_d = \frac{K_{mod} \times X_k}{\gamma}$$

Consultando o EC5 obtêm-se os valores para $k_{mod} = 1,1$ e $\gamma = 1,3$. Utilizando estes valores obtemos $X_d = 0,85 \cdot X_k$.

Para obtenção da resistência das peças de pinho efetuaram-se os seguintes cálculos:

— Avaliação da flexão média das peças de pinho:

$$X_d = f_{m,d} = 0,85 \times 24 = 20,4 \text{ MPa}$$

Considerou-se um corpo de 50kg e o coeficiente dinâmico de 3 (ETAG-003, 2005) também sugerido também por Faria (1996).

O cálculo seguinte demonstra a capacidade resistente dos perfis 70 mm x 70 mm.

$$M_0 = \frac{P \times l}{4} = \frac{1,5 \times 2,70}{4} = 1,0125 \text{ kNm}$$

$$W_x = \frac{7 \times 7^2}{6} = 57,17 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{rd} = \frac{M_0}{W_x} = \frac{1,0125 \times 10^{-3}}{57,17 \times 10^{-6}} = 17,71 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rd} \leq f_{m,d}$$

$$17,71 \leq 20,4$$

A capacidade resistente do perfil 70 mm x 70 mm fica assim verificada.

Da mesma forma pretende-se determinar a resistência para o montante do meio da estrutura que tem como dimensões 60 mm x 70 mm.

$$M_0 = \frac{P \times l}{4} = \frac{1,5 \times 2,70}{4} = 1,0125 \text{ kNm}$$

$$W_x = \frac{6 \times 7^2}{6} = 49 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{rd} = \frac{M_0}{W_x} = \frac{1,0125 \times 10^{-3}}{49 \times 10^{-6}} = 20,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{rd} \leq f_{m,d}$$

$$20,7 \geq 20,4$$

Neste caso a capacidade resistente não foi verificada, por pouco, mas não é um problema pois não se teve em consideração o efeito de travação e de solidarização de toda a estrutura, principalmente das peças horizontais da grade interior.

— Verificação da resistência ao corte das peças de pinho:

$$f_{r,d} = 0,85 \times 2,5 = 2,13 \text{ Mpa}$$

$$\tau_d = \frac{P}{b \times h} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{0,07 \times 0,07} = 0,31 \text{ MPa} \leq 2,13$$

— Cálculo da deformada das peças de pinho:

$$f = \frac{P \times l^3}{48 \times E \times I} = \frac{1,5 \times 2,70^3}{48 \times 11 \times 10^6 \times \frac{7 \times 7^3}{12} \times 10^{-8}} = 0,028 \text{ m} = 2,8 \text{ cm}$$

O significado dos símbolos utilizados na expressão anterior é:

— I = momento de inércia de um montante;

— E = módulo de elasticidade do pinho;

— l = vão dos montantes de pinho;

— P = ação dinâmica considerada.

Neste cálculo efetuado não se tomou em consideração o possível efeito de travação originado quer pela grade interna da estrutura quer pelas placas.

Este cálculo foi interessante pois conseguiu-se estimar uma ordem de grandeza dos valores das ações a que a estrutura pode estar sujeita.

Não foi possível verificar a resistência mecânica da placa *gypcork* devido à falta de dados da placa. Não se conseguiu obter certas características da placa que possibilitariam a obtenção dos valores de resistência (Anexo II).

3.4.3. Pré-avaliação do desempenho acústico

A compartimentação de um edifício é, por norma, efetuada por paredes divisórias por isso é de esperar um isolamento acústico apropriado de forma a salvaguardar a privacidade dos seus ocupantes.

A estrutura prevista neste estudo trata-se de uma divisória múltipla (Carvalho, 1988) pois temos mais que uma camada de material distinto em cada uma das faces. Não se trata de uma parede simples pois possui caixa-de-ar. Esta solução será uma parede com esteios (Carvalho, 1988) onde as duas faces são unidas por um vigamento de madeira.

Segundo Fahy (1985) “não existe análise teórica completa de transmissão do som através de paredes duplas”. Fahy (1985) através de estudos teóricos, de teorias e de resultados experimentais também concluiu que o índice de redução sonora não difere muito (não aumenta) face ao que se obtém quando se aplica a lei teórica da massa.

Assim a lei da massa poderia ser uma hipótese utilizada para estudar um elemento duplo corrente, mas dado que este elemento é uma estrutura leve a lei da massa não se adequa ao efeito.

A divisória é na sua maior parte uma divisória dupla pois a área que a estrutura de pinho ocupa é de 31% (múltipla) restando os outros 69% que permite que seja considerado um sistema duplo. Devido a este facto, e de acordo com Faria (1996), deve ser implementado o estudo do comportamento acústico desta divisória tendo por base a aplicação dos “princípios fundamentais a respeitar no dimensionamento acústico de paredes duplas”.

Transcrevendo Faria (1996), que se baseia em Fahy (1985) e Silva (1985), os princípios para o dimensionamento acústico de paredes duplas são:

- “Diminuir ao mínimo possível a frequência de ressonância⁷;
- Aumentar ao máximo a frequência de coincidência ou crítica⁸ de modo a permitir que seja preponderante a contribuição do efeito de massa na gama de frequências de interesse (100 a 4000 Hz).”

De forma a se obter o índice de isolamento sonoro da solução construtiva idealizada optou-se por utilizar o “Modelo Misto”. Este modelo foi proposto por Meisser em 1978. Posteriormente Mateus e Tadeu em 1999 reviram este modelo de forma a ser possível calcular o índice de isolamento sonoro quer fosse uma parede simples leve, como é o caso, quer fosse uma parede simples pesada, utilizando para isso apenas a sua massa superficial.

A solução proposta apenas permitia a aproximação do valor do isolamento sonoro para as paredes simples. Dessa forma os mesmos autores através de análises experimentais obtiveram uma correção que podiam aplicar à lei experimental da massa referente a elementos simples e converte-los em valores coerentes aos de uma parede dupla.

As expressões sugeridas pelos autores para elementos duplos foram:

- $R_{500\text{Hz}} = 13,2 \times \log(m) + 13,8 + \text{Dif}$ se $m < 200 \text{ kg/m}^2$
- $R_{500\text{Hz}} = 14,3 \times \log(m) + 11 + \text{Dif}$ se $m \geq 200 \text{ kg/m}^2$

⁷ “Para um sistema sujeito à aplicação de uma força periódica, pode ser descrita como a frequência igual ou próxima da frequência própria desse mesmo sistema e para a qual ocorre um estado de ressonância, estado este que irá levar a que a resposta da amplitude de vibração seja máxima.”

⁸ “Pode ser definida como a frequência de um elemento para a qual a onda sonora exterior incide sobre o elemento em vibração, segundo um ângulo de 90°, ou seja segundo a perpendicular ao mesmo.”

Onde temos:

- m - massa superficial de toda a solução construtiva (kg/m^2);
- Dif – diferença a somar para adaptar a expressão a elementos duplos.

Esta diferença a aplicar na expressão, tem três condicionalismos:

- Espessura da caixa-de-ar;
- Espessura do material absorvente na caixa-de-ar;
- Diferença entre panos.

A utilização destes parâmetros corresponderá uma incógnita, calculando-se assim o valor da diferença (Dif):

$$Dif = A + B - C$$

O valor do parâmetro A retira-se da tabela 10:

Tabela 10 - Valores parâmetro A

CARACTERÍSTICAS DA CAIXA-DE-AR	dB
Caixa-de-ar com 1cm e panos de massas diferentes	2
Caixa-de-ar entre 2 e 4 cm	3 A 4
Caixa-de-ar entre 5 e 10 cm	5

O valor do parâmetro B retira-se da tabela 11:

Tabela 11 - Valores parâmetro B

CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL ABSORVENTE	dB
1 cm de material absorvente	1
2 a 4 cm de material absorvente	2
5 a 10 cm de material absorvente	3 a 4

O valor do parâmetro C retira-se da tabela 12, esta é apenas aplicada quando os painos são muito diferentes:

Tabela 12 - Valores parâmetro C

CARACTERÍSTICAS DOS PANOS	dB
A + B = 1	2
A + B = 5	3
A + B = 7	4

Assim sendo e como o painel da divisória apresenta 40 kg/m² será utilizada a primeira fórmula.

$$R_{500Hz} = 13,2 \times \log(40) + 13,8 + 3 + 3$$

$$R_{500Hz} = 41 \text{ dB}$$

Assim, por aplicação do método misto obtemos um Rw de 41 dB. Este valor carece de ensaios em laboratório visto que não existe nenhum método totalmente fiável para determinar o índice de isolamento sonoro.

Neste método não se contabiliza no cálculo a incorporação das placas de aglomerado de cortiça expandida nem as capacidade acústicas da cortiça, que estão provadas serem acima da média.

A previsão do comportamento acústico de uma solução é muito complicada. Existem diversos fatores que tem que se ter em conta e só se consegue obter valores com precisão através de ensaios laboratoriais. A empresa possui um ensaio de uma divisória leve com *gypcork* em cada um das faces e uma estrutura metálica. Através de ensaios laboratoriais obteve um valor do Rw de 39 dB de acordo com a norma ISO 717-1 (Anexo IV).

O valor obtido pela empresa não difere do obtido neste ensaio. A estrutura é muito semelhante apenas se diferenciando pela estrutura ser metálica. Apesar de tudo isto esta

divisória terá que ser submetida a ensaios laboratoriais para determinação do valor do índice de isolamento sonoro.

3.4.4. Pré-avaliação do desempenho térmico

Nos edifícios quer sejam eles habitacionais quer sejam para serviços existe um enorme cuidado ao nível da sustentabilidade, do conforto térmico, durabilidade e energia.

A exigência ao nível do conforto térmico tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. A construção tem evoluído nesse sentido de forma a proporcionar aos utilizadores uma experiência agradável na utilização do espaço. Exemplos dessa evolução são por exemplo:

- Utilização de vidros duplos ou triplos;
- Colocação de isolamento na caixa-de-ar;
- Tratamento de pontes térmicas, entre outros.

Desta forma, uma melhoria do desempenho térmico dos edifícios permite uma enorme poupança energética o que entre outras coisas permite o cumprimento do protocolo de Quioto.

Visto que Portugal depende em quase 77 % (PORDATA, 2012) de fontes energéticas que são importadas e que não são provenientes de fontes renováveis torna-se de extrema importância o aumento da eficiência energética de todos os componentes de um edifício com vista a reduzir a fatura energética dos mesmos.

Assim a comissão europeia através da diretiva 2002/91/CE impôs a emissão de certificados quando se trata de:

- Emissão de licença de edifícios novos;
- Reabilitação importante (25% do custo do edifício) de um edifício existente;
- Aluguer ou venda de edifícios de habitação ou serviços existentes;

— Edifícios públicos (serviços) com área superior a 1000m².

Para dar cumprimento à diretiva europeia surgem em 2006 três decretos-lei: DL n.º78/2006, DL n.º79/2006 e o Decreto-Lei n.º80/2006 de 4 de abril mais conhecido por Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) que será utilizado neste estudo.

O RCCTE obriga ao cálculo do coeficiente de transmissão térmica (U).

Os valores necessários ao cálculo são os seguintes:

— Condutibilidade térmica:

- *Gypcork* = 0,04 W/m.°C;
- Aglomerado de cortiça expandida (50 mm) = 0,04 W/m.°C;

— Espessura elemento:

- *Gypcork* = 49,5 mm;
- Aglomerado de cortiça expandida = 50 mm;

A resistência térmica dos materiais:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

$$R = \frac{0,0495}{0,04} = 1,24 \frac{m^2 \times ^\circ C}{W}$$

$$R = \frac{0,05}{0,04} = 1,25 \frac{m^2 \times ^\circ C}{W}$$

$$R_{ar} = 0,18 \frac{m^2 \times ^\circ C}{W}$$

O coeficiente de transmissão térmica da divisória:

$$U = \frac{1}{R_{ai} + R_{ele} + Cx.ar + R_{ae}}$$
$$U = \frac{1}{0,13 + 1,24 + 1,25 + 0,18 + 0,13} = 0,34 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

O valor obtido de 0,34 m².°C/W cumpre claramente os valores de referência definidos no RCCTE para zonas interiores opacas verticais.

3.4.5. Ligações

Após a definição de toda a geometria e características fundamentais do painel, definem-se as tipologias das ligações:

- Ligação da estrutura de pinho (*LE*)
- Ligação da estrutura pinho com placa *gypcork* (*LEPG*);
- Ligação painel – painel (*LPP*);
- Ligação do painel com subsistemas periféricos (*LPSP*).

3.4.5.1. Ligação da estrutura de pinho (*LE*)

Nesta ligação recorreu-se às ligações Simpson⁹. Os componentes utilizados foram:

- Parafusos;
- Cantoneiras;
- Placas perfuradas.

Dado que se trata de uma divisória leve, que servirá apenas para compartimentação de espaços interiores em edifícios e não terá alguma contribuição na resistência estrutural dos mesmos então não terá de verificar o EC5 ao nível estrutural apesar de ter sido utilizado como guia para um pré-dimensionamento mecânico.

⁹ Simpson – marca comercial, disponível em www.simpson.fr (Anexo V)

Definiram-se dois tipos de ligação para a estrutura em pinho da divisória. Essas ligações foram as seguintes:

- Por cantoneira;
- Por placas perfuradas.

Assim teremos dois tipos de ligações a analisar para a estrutura de pinho do sistema.

Na primeira ligação que pode ser visualizada na figura 12 foi definida a utilização de uma placa perfurada. A placa perfurada escolhida para esta situação foi a FP30/1,5/25. Segundo dados da Simpson essa placa consegue suportar em serviço 8,42 kN à tração para uma secção de 30 mm². A secção utilizada é de 180 mm² de forma a proporcionar uma ampla área de contacto. Para esta ligação é recomendada a utilização de parafusos de diâmetro 4 mm e de diâmetro 8 mm.

Figura 12 - Ligação através de placa perfurada tipo FP30/1,5/25 da Simpson

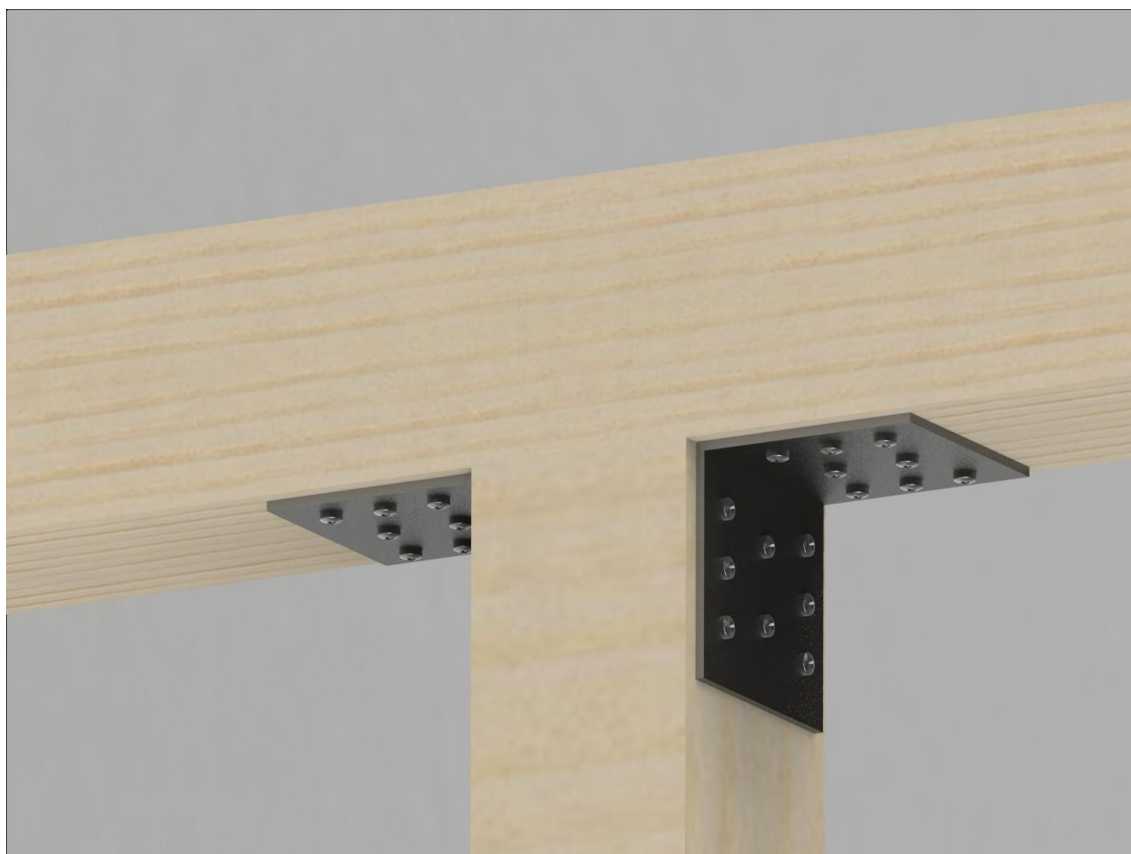


A capacidade de suporte desta ligação em comparação com a preconizada por Faria (1996) está majorada pois ele define apenas 2 pregos com capacidade de suporte de 1,25 kN, referindo posteriormente que este ponto de ligação é um local que poderá estar sujeito a maiores esforços devido à transmissão dos esforços pelas placas exteriores (*gypcork*) à estrutura.

Esta ligação é efetuada entre os prumos verticais e todos os que estão perpendiculares a estes.

A segunda ligação (figura 13) será efetuada por duas cantoneiras. As cantoneiras definidas foram a ES10/60. Definiu-se a utilização de duas cantoneiras. Estas cantoneiras têm resistência à tração entre 3,6 kN e 4,9 kN e ao corte entre 5,6 kN e 7,4 kN. É recomendada a utilização de parafusos de diâmetro 4 mm.

Figura 13 - Ligação através de cantoneira do tipo ES10/60 da Simpson



Esta ligação também se encontra majorada face ao preconizado por Faria (1996) que utiliza dois pregos com capacidade de suporte de 0,54 kN.

Foi definida utilização dos parafusos, também da Simpson, CNA 4.0x50 em ambas as ligações.

A colocação de uma grade interna na estrutura teve como propósito de travamento da estrutura e assim diminuir os eventuais estados de fragilidade das várias ligações do sistema.

O aparafusamento, se possível, deve ser sempre efetuado no sentido paralelo às fibras do pinho.

3.4.5.2. Ligação da estrutura de pinho com placa *gypcork* (LEPG)

A fixação do *gypcork* à estrutura de madeira irá garantir uma maior solidarização de todo o sistema, pelo que, irá ser realizada de acordo com as recomendações da GypTec para o painel.

De acordo com a GypTec, os parafusos a utilizar deveriam ser do tipo PM 35 mas estes parafusos possuem um comprimento de 35 mm o que não perfura na totalidade a placa de *gypcork*, pelo que foi decidido adotar a utilização de um PM70 que possui 70 mm perfurando a placa na totalidade e ainda garantindo a correta fixação na estrutura de pinho. Este comprimento garante a capacidade máxima de resistência ao arrancamento da placa sem que os parafusos de cada lado da divisória se tocassem. Com a aplicação deste parafuso irá utilizar-se a bucha BTapit 75 que possui 75mm de comprimento garantido assim todo o comprimento do parafuso.

A distancia aos bordos nos cantos deverá ser no mínimo 25 mm e no resto da placa no mínimo 12 mm (Faria, 1996).

Para a realização do dimensionamento das ligações da divisória em estudo seguiram-se alguns critérios de garantia:

- Cumprir a regulamentação aplicável às ligações de madeira;
- Solidarização de todo o sistema, ou seja, entre as placas de *gypcork* e a estrutura de pinho de forma a trabalharem todos como um só elemento;
- Transmissão de esforços entre os vários elementos;
- Simplicidade de fixações;
- Facilidade de execução das fixações.

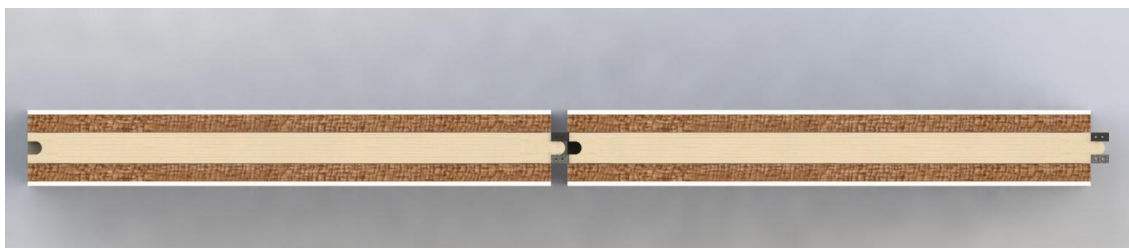
Toda esta estrutura deverá ser validada através de ensaios laboratoriais – testes mecânicos.

3.4.5.3. Ligação painel – painel (*LPP*)

Nesta ligação foi definida a utilização de cola. A cola escolhida é do tipo cola branca, da Henkel ou equivalente, que consegue efetuar a colagem de madeira, gesso e cortiça.

A ligação entre os dois painéis será efetuada como se encontra na figura 14 através de um “macho/fêmea”. A área de colagem será toda a área de ligação entre os dois painéis.

Figura 14 - Ligação tipo "macho/fêmea" de dois painéis



A cola será colocada de um lado garantindo assim uma boa aderência dos painéis. As especificações da cola encontram-se na ficha técnica da mesma.

3.4.5.4. Ligação do painel com subsistemas periféricos (*LPSP*)

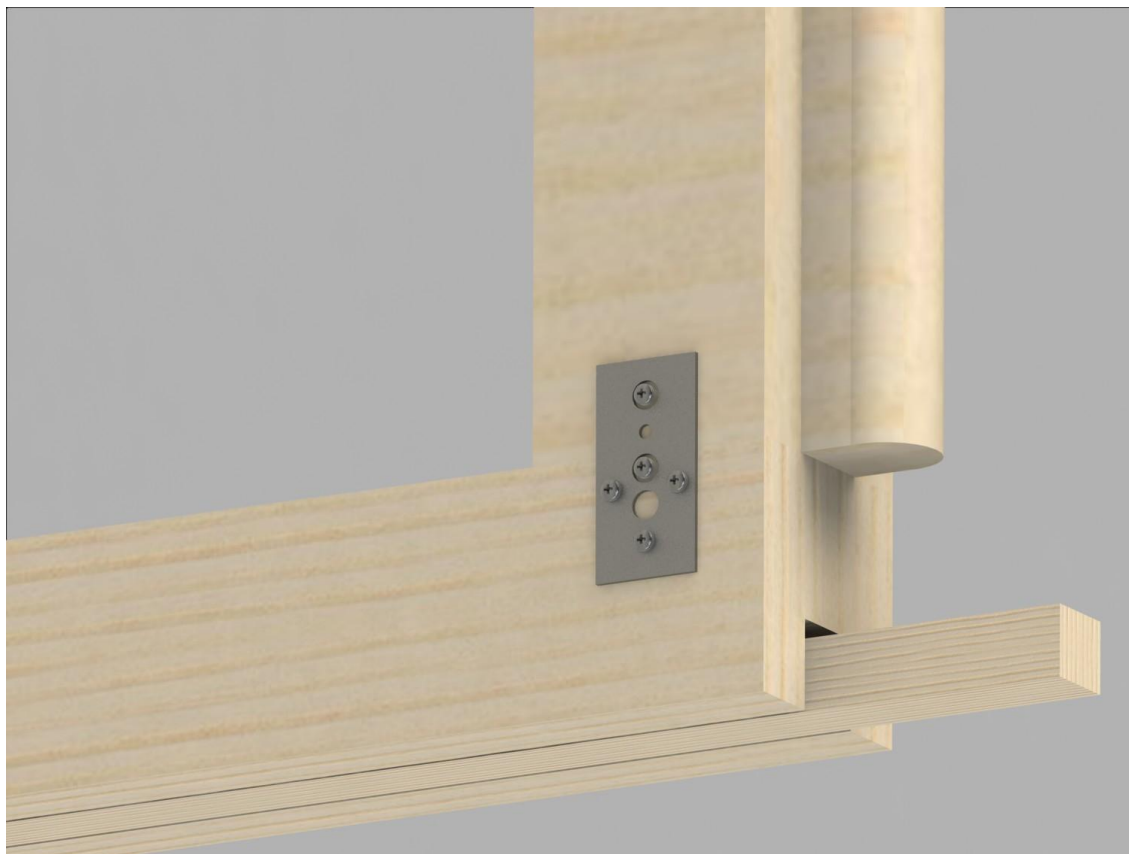
Os painéis serão ligados aos subsistemas periféricos para que seja garantida a transmissão dos esforços respeitantes às ações horizontais a que a divisória possa estar sujeita.

Serão efetuadas duas ligações distintas aos sistemas periféricos:

- Uma na base;
- Uma no topo.

A ligação da base será efetuada através da fixação de uma ripa com as dimensões de 2,5 x 2,5 cm ao pavimento através de parafusos CNA 4.0x50 existindo na base da divisória uma abertura (figura 10 e figura 15) que permitirá a sua fixação sem deslocamentos perpendiculares ao plano de desenvolvimento da divisória.

Figura 15 - Ligação da base com sistema periférico através de calha



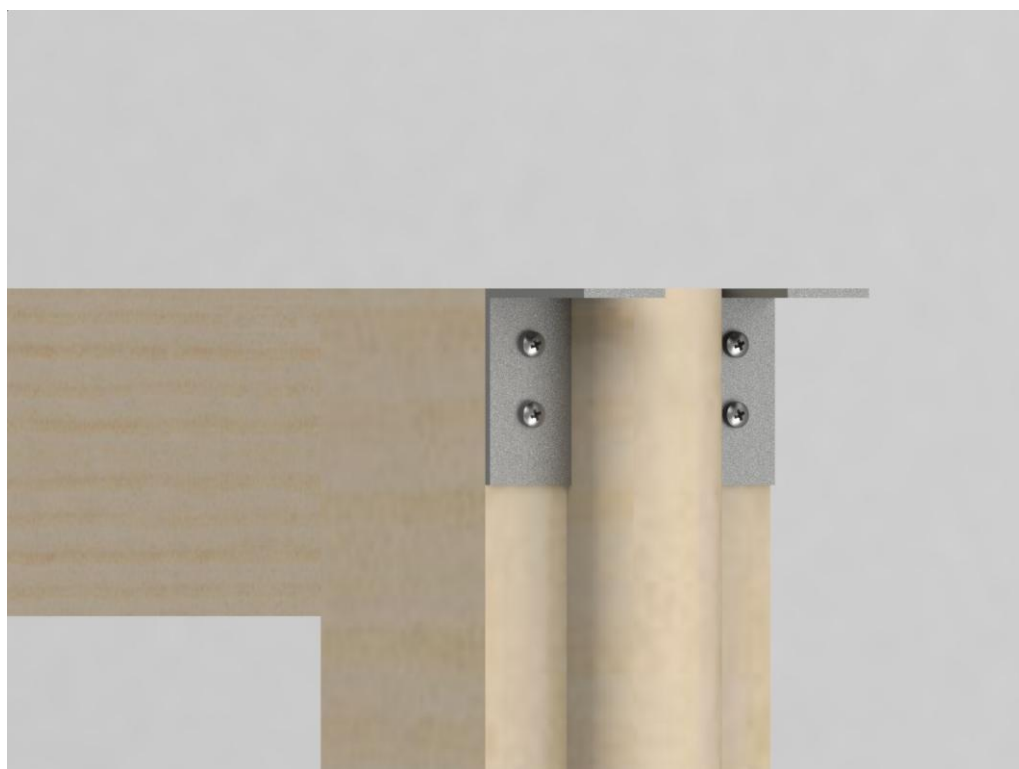
No caso de o pavimento não estar nivelado existe a possibilidade da colocação de um rodapé que ocultará a ripa e as eventuais diferenças do pavimento.

A ligação ao topo será efetuada por meio mecânico. Está prevista a utilização de uma cantoneira tipo EA 442/2 da Simpson (figura 16), com 2 cm de largura de forma a garantir espaço para aplicação de dois parafusos. Os parafusos a aplicar dependerão da estrutura que se encontra no teto. A estrutura de madeira terá uma saliência de 2 mm no lado oposto ao das cantoneiras (figura 11) para que a cantoneira de ligação ao teto fique oculta no sistema. O tipo de parafuso será selecionado em função do tipo de material constituinte do teto, para garantir uma boa fixação.

Tal como para o pavimento, existe a possibilidade de colocação de um rodadeto de forma a ocultar os eventuais desníveis do teto.

No caso da aplicação de parafusos deverão ser colocadas buchas de nylon de boa qualidade, compatíveis para madeira e com o diâmetro adequado aos parafusos utilizados.

Figura 16 - Ligação do topo com sistema periférico através de cantoneiras



3.4.6. Situações especiais

Concluída a caracterização total da divisória passa-se para a descrição de situações especiais.

As situações especiais estabelecidas foram as seguintes:

1) Módulo de arranque

Será realizado um módulo de arranque sempre que a parede onde se inicia a divisória leve estiver mal concebida apresentando falta de verticalidade. Esse módulo de arranque dependerá da inclinação da parede e será sempre executado com a mesma estrutura que os painéis seguintes.

2) Módulo de fecho

Este módulo deverá ser igual ao de arranque. A sua função é a de conclusão da divisória tendo em conta a verticalidade da parede de apoio. A sua dimensão variará com a dimensão a vencer por parte do módulo.

3) Criação de infraestruturas

As infraestruturas não serão introduzidas em todos os painéis divisórios. Estas serão apenas instaladas nas divisórias necessárias. A espessura prevista (70 mm) da estrutura de pinho foi determinada, além do fator de resistência mecânica, para que fosse possível executar instalações elétricas, canalizações e outras que fossem necessárias. O painel de *gypcork* é facilmente perfurado não proporcionando grande esforço para a sua instalação.

Existe a possibilidade de uma furação como da figura 17 onde poderá passar uma calha para instalações técnicas que terão que ser previstas de início no projeto para serem executadas em fábrica.

Figura 17 - Furação para infraestruturas



4) Ligação T

Existe a possibilidade de ter que se executar uma ligação em T (figura 18). Esta ligação será executada por um prumo de 120 mm x 170 mm.

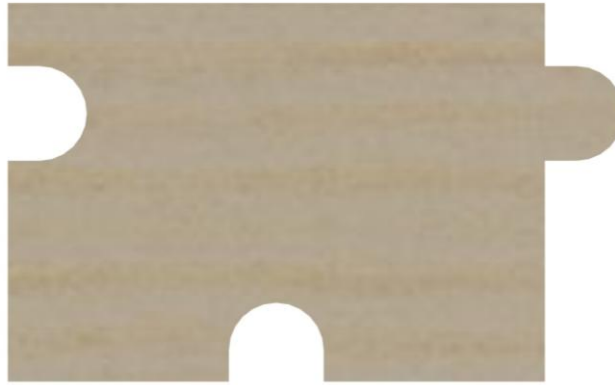
Assim serão encostadas uma na outra com material resiliente entre elas que irá garantir:

- Estanquidade ao ar;
- Isolamento a sons aéreos e de percussão;
- Garantir as tolerâncias de montagem.

O remate desta ligação será em *gypcork* e será cortado com a dimensão de 170 mm de comprimento de forma a ocultar o prumo de pinho bravo da ligação em T.

De referir que esta ligação é de elevada importância no correto desempenho de todas as características da divisória.

Figura 18 - Vista topo da ligação em T



5) Ligação L

Na execução desta ligação (figura 19) será introduzido um prumo em pinho onde se irão ligar as duas divisórias que estejam a convergir naquele ponto.

O prumo terá as dimensões de 120 mm x 120 mm (figura 19), terá reentrâncias que permitirão a junção das divisórias através de colagem exatamente igual à das outras divisórias.

Figura 19 - Vista topo da ligação L



Exteriormente será rematado com tiras de *gypcork* com 120 mm x 170 mm de largura, fixadas por aparafusamento, sobre a qual será colocada uma cantoneira de proteção da aresta.

6) Colocação de rodapê e rodapê

Os rodapés e rodapês serão colocados sempre que se identifique a ocorrência de não horizontalidade quer no pavimento quer no teto.

As divisórias vão possuir uma guia por baixo delas de forma a garantir alguma estabilidade, horizontalidade e verticalidade. A existência dessa calha quando o pavimento for plano não será visível mas quando existirem irregularidades no pavimento poderá ser visível; existe então a possibilidade de colocação de um rodapê que ocultará esta guia da divisória.

No teto verifica-se o mesmo: caso exista uma falha de horizontalidade terá que se incluir um rodapê de forma a ocultar as fixações das divisórias ao teto.

7) Fixação de objetos pesados

Está excluída a possibilidade de colocação de objetos pesados em qualquer zona da divisória. A capacidade resistente da parede quer ao corte quer ao arrancamento não permite a colocação de objetos pesados.

Existe a possibilidade de colocação de objetos de decoração leves (ex. quadros) em qualquer local.

Deveria ser efetuada a verificação, através de ensaios, da capacidade da divisória suportar a suspensão de cargas leves.

A divisória deverá suportar pelo menos uma resistência ao arrancamento de 250 N e de suspensão de carga de 100 N (EOTA Working Group, 1998).

Neste ponto era necessário efetuar ensaios laboratoriais de carga para verificar as resistências ao arrancamento e ao corte dos parafusos na placa de *gypcork*. Recomenda-se a utilização de um parafuso CNA 4.0x50 para a realização dos ensaios. O comprimento do parafuso não pode ser maior pois a placa de *gypcork* só possui 49,5 mm.

A colocação de reforços estruturais para aumentar a capacidade resistente ao arrancamento e ao corte deverá ser definida pelo fabricante de acordo com ensaios que tenha efetuado a cargas em zonas correntes e possivelmente em zonas excêntricas.

3.4.7. Durabilidade dos materiais

Os materiais utilizados na divisória deverão ser alvo de tratamento para que a durabilidade das suas propriedades originais se mantenha ao longo do tempo.

A durabilidade é basicamente uma característica intrínseca (Cachim, 2007) da madeira. No caso da madeira o tempo de vida útil depende das condições de aplicação visto que o teor de água é o fator principal para a sua degradação.

A madeira terá uma durabilidade natural quando tem capacidade natural de resistir aos ataques biológicos sem recurso a tratamentos. Esta durabilidade varia de espécie para espécie.

Existe uma norma fundamental para determinação da classe de durabilidade das madeiras:

— EN 350-1:1994 – *Durability of wood and wood-based products. Natural durability of solid wood. Guide to the principles of testing and classification of natural durability of wood;*

- EN 350-2:1994 – *Durability of wood and wood-based products. Natural durability of solid wood. Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.*

Consultando a norma anterior podemos definir a classe de durabilidade e a classe de risco da nossa madeira.

Assim neste estudo foi definido:

- Classe de durabilidade 4 para fungos e suscetível para carunchos e térmitas;
- Classe de risco 1 pois a estrutura de madeira está protegida.

No caso do *gypcork* não existem dados de forma a se poder avaliar as suas classes de durabilidade e de risco aos vários agentes.

3.5. Componentes do Sistema

3.5.1. Madeira

A madeira é um material natural e que tem acompanhado a Humanidade desde os seus primórdios. As suas aplicações vão desde objetos decorativos a grandes estruturas como pontes e edifícios, abrangendo ainda o mobiliário, utensílios domésticos, armas primitivas, barcos e até aviões.

A sua abundância na natureza permitiu que se tornasse um dos principais componentes a utilizar na construção civil.

As suas características contribuíram muito para a expansão da sua utilização. Algumas dessas características são:

- Boa resistência;
- Leveza;
- Facilidade de manuseamento e de trabalho;
- Elevados tamanhos de comprimento;
- Diâmetros variáveis.

Das primeiras construções em madeira foram as cabanas que os primeiros homínídeos executaram para se abrigarem. Utilizavam a madeira para executar a estrutura resistente e folhas e peles para fazer a cobertura.

Desta forma a madeira foi introduzida na vida da humanidade e tornou-se um dos elementos fundamentais na sua evolução.

O carpinteiro foi durante séculos um dos artesãos mais importantes da humanidade pois ele através do seu trabalho com a madeira produzia as estruturas basilares da comunidade como por exemplo:

- Habitações;
- Templos;
- Fortificações;
- Torres vigia.

A madeira foi um dos grandes materiais da construção civil até meio do século XIX. Nesta altura começa a surgir o aço com funções estruturais e com maior variedade de formas e permitindo a realização de construções mais audazes.

Nos últimos anos tem-se tentado voltar a utilizar a madeira como um dos principais materiais na construção civil através de alguns progressos como:

- Maior estudo sobre a madeira;

- Sistemas mais eficazes para o cálculo de estruturas mais complexas;
- Maior diversidade e aumento da qualidade das ligações;
- Utilização de estruturas laminadas.

A madeira possui muitas vantagens face ao aço. Algumas dessas vantagens são:

- Grandes quantidades a preço mais competitivo que o aço;
- Material ecológico e renovável;
- Trabalho com ferramentas simples;
- Boa capacidade de resistência a esforços de tração e de compressão;
- Baixa massa volúmica;
- Elevada resistência mecânica;
- Ligações e emendas fáceis de executar;
- Grande variedade de padrões permitindo um vasto leque de opções;
- Boas características acústicas e térmicas;
- Amiga do ambiente.

Com todas estas características a madeira torna-se num elemento muito bom para a construção civil que devíamos praticar. Sustentável, económica e social.

De todo um leque de madeiras optou-se pelo pinho bravo. O pinho bravo é uma das madeiras com maior ocupação do solo em Portugal, aproximadamente 25 % (Cachim, 2007). Esta utilização permite, como já foi referido anteriormente, uma redução de custos na conceção da divisória.

O pinho bravo possui características muito interessantes para a construção que estão descritas na tabela 13.

Tabela 13 - Características físicas e mecânicas do pinho bravo (fontes: “Análise e dimensionamento de estruturas de madeira”, “Contributos para uma maior e melhor utilização da madeira de pinho bravo em Portugal” e “Construções em Madeira - A madeira como material de construção”)

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE
Massa volúmica	500-700	Kg/m ³
	Tangencial – 25-60 x 10 ⁻⁶	
Coefficiente de dilatação térmica	Radial – 15-45 x 10 ⁻⁶	°C ⁻¹
	longitudinal – 3-6 x 10 ⁻⁶	
Calor específico dos materiais	1500-2510	J/kgk
Difusibilidade térmica	0,07 x 10 ⁻⁶	M ² /s
Dureza	2,2-3,6	
Coefficiente de atrito (madeira-madeira)	Paralelo – 0,45	
	Perpendicular - 0,35	
Condutibilidade térmica	0,12	W/m ² .° C
Tração paralela à fibra	Classe ee – 21	MPa
	classe e – 10,8	
Compressão paralela à fibra	Classe ee – 24,7	MPa
	classe e – 18	
Tração perpendicular à fibra	Classe ee – 0,49	MPa
	classe e – 0,46	
Compressão perpendicular à fibra	Classe ee – 7,3	MPa
	classe e – 6,9	
Corte	Classe ee – 3,4	MPa
	classe e – 2	
Flexão	140	MPa
Modulo elasticidade	12	GPa

Da consulta bibliográfica, verificam-se algumas diferenças quanto aos valores de tração, compressão, corte e flexão adotados pelos diversos autores. No presente ensaio optou-se por utilizar os valores mais conservativos dos valores consultados.

3.5.2. *Gypcork*

3.5.2.1. Cortiça

A cortiça é um material que tem acompanhado a Humanidade ao longo de séculos e desde cedo que se distinguiu pelas suas potencialidade ao nível da construção, nomeadamente nos países mediterrânicos de onde provém.

Atualmente, devido ao desenvolvimento de novos materiais derivados, à melhoria das suas características, à crescente importância da utilização de materiais naturais e sustentáveis e também ao carácter exótico, a sua utilização em revestimentos e isolamentos estendeu-se a todo o mundo.

O uso criativo da cortiça na construção (novos padrões e designs, novas cores, novas utilizações), tem permitido alargar o interesse nos produtos de revestimento em cortiça, o que tem sido facilitado por novas técnicas de aplicação que permitem mesmo o “*do-it-yourself*”.

É a partir do início do Século XX que há uma enorme expansão da cortiça no campo da construção.

Considerado um material estratégico, utilizado para múltiplas aplicações, torna-se um material de eleição pelas suas propriedades elásticas, leves e praticamente impermeável a líquidos e gases. É um excelente isolante térmico e elétrico e absorvedor acústico e vibrático, podendo ser comprimido praticamente sem expansão lateral, já que as suas células, de aspeto alveolar, encurvam e dobram havendo uma posterior recuperação devida à ação do gás comprimido no interior das células.

A cortiça possui uma baixa condutividade térmica, uma notável estabilidade química e biológica e uma boa resistência ao fogo (Gil, 1998).

A cortiça é extraída do tronco e ramos do sobreiro, sob a forma de peças semi-tubulares, habitualmente no Verão, e com uma periodicidade legal mínima (em Portugal) de nove anos. A sua exploração só inicia quando o sobreiro atinge cerca de 0,7 m de perímetro a 1,3 m do solo. Esta operação é realizada principalmente manualmente, com recurso a machados, mas já existem processos mecânicos. O primeiro descortiçamento, que se denomina por desbóia, produz uma cortiça chamada virgem, com uma superfície exterior muito irregular. Sucessivamente, a cortiça vai ficando com um aspeto exterior mais uniforme, designando-se por cortiça de reprodução, ou amadia.

No fabrico do aglomerado de cortiça expandido, é utilizado um triturado mais grosseiro, obtido essencialmente por trituração de falca e de outros tipos menores de cortiça (Gil, 2006). A indústria do aglomerado expandido utiliza a cortiça que não é usualmente processada nas restantes indústrias.

A utilização de cortiça virgem crua é positiva, já que esta possui um teor de extrativos superior ao dos restantes tipos de cortiça, funcionando como ligantes intergranulares naturais. A granulação é semelhante à utilizada para os outros tipos de aglomerados de cortiça e a granulometria final pode ter de 3 a 10 mm para o aglomerado acústico e de 5 a 22 mm para o aglomerado térmico. Posteriormente é feita a eliminação de impurezas, a ensilinação a seco até alcançar um teor de humidade ideal (Gil, 1998). A aglomeração, é efetuada através do processo autoclave que funciona também como molde. O granulado é descarregado e depois do fecho do molde é ligeiramente comprimido.

Segue-se a cozedura, efetuada por insuflação de vapor de água sobreaquecido, a uma temperatura de cerca de 300-370°C. O vapor sobreaquecido atravessa a massa de grânulos e produz a exsudação das resinas da cortiça para a superfície dos grânulos e o seu aumento de volume, que como estão confinados no autoclave, determina a sua aglutinação. O

tempo de cozimento dura, maioritariamente entre 17 a 30 minutos (Gil, 1998), de acordo com o teor de humidade inicial do granulado.

Finalmente os blocos são cortados em placas de diferentes espessuras, dimensões e esquadria. A partir das partes superiores e inferiores (irregulares) destes blocos ou de placas defeituosas ou obtidas de demolições, obtém-se o regranulado de cortiça expandida por retrituração.

3.5.2.2. Gesso cartonado

O gesso cartonado por sua vez é um material muito utilizado na construção civil e por isso muito conhecido. A sua forma mais comum de aplicação é em placas.

Possui algumas características interessantes para a construção civil como:

- Leveza;
- Resistência a impacto;
- Conforto ambiente;
- Conforto térmico;
- Bom isolamento acústico e térmico (baixa condutibilidade);
- Qualidade de acabamento;
- Ausência de resíduos e desperdícios.

O seu processo de fabricação contempla cinco fases distintas:

- Trituração do gesso;
- Prensagem;
- Calcinação;
- Produção de placas;
- Armazenamento, carregamento e logística.

O resultado final da produção são placas de gesso cartonado com a forma retangular, variando as três dimensões. São um produto composto por um núcleo envolto de gesso ligado a duas películas de origem celulosa (Fontes, 2011).

Podem ser incorporados no interior da placa vários aditivos de forma a melhorar algumas propriedades das placas.

O *gypcork* surge assim numa associação entre o aglomerado de cortiça expandido e o gesso cartonado. Ambos os materiais são ecológicos visto que o gesso cartonado possui uma película de celulose de papel e o aglomerado de cortiça expandida é um derivado da cortiça.

A junção destes produtos permitiu a criação da placa *gypcork* que possui características interessantes quer do ponto de vista acústico quer do ponto de vista térmico, não descurando também a vertente ecológica e sustentável na sua fabricação.

A placa apresenta assim como características fundamentais:

- Baixa energia incorporada;
- Reutilização de subprodutos de outras indústrias;
- Materiais renováveis (contribuindo assim para absorção de CO₂);
- Processo 100% natural e sem desperdícios.

3.6. Análise económica

A avaliação económica do sistema em estudo baseou-se na consulta de preços dos produtos e dos materiais constituintes aos fornecedores representantes, para um painel “corrente” de 1200 mm x 2700 mm não sendo considerados os custos associados às seguintes peças singulares:

- Ligação em T;
- Ligação em L;
- Rodapés;
- Rodatetos;
- Peças de arranque;
- Peças de fecho.

Os rendimentos foram retirados das fichas dos produtos e de informações dos fabricantes.

Foram elaboradas sete tabelas de custos:

- Preparação das peças de pinho (tabela 14);
- Fixações na estrutura resistente (tabela 15);
- Fixações de duas placas de *gypcork* e do material resiliente (tabela 16);
- Montagem em obra (tabela 17);
- Acabamento final (tabela 18);
- Custo por fase (tabela 19);
- Custo total de materiais (tabela 20).

Tabela 14 - Custo de preparação peças de pinho

ÁREA = 3,34 m²		PREPARAÇÃO DAS PEÇAS DE PINHO - FABRICO			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m²
Material	Pinho bravo	m³	0,06365	900,00 €	57,29 €	17,68 €
Mão-de-obra	Carpinteiro	H	1,35	8,50 €	11,48 €	3,54 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico				20,00 €	6,17 €
Total Global					88,76 €	27,40 €

Tabela 15 - Custo das fixações na estrutura resistente

ÁREA = 3,34 m²		FIXAÇÕES NA ESTRUTURA RESISTENTE			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m²
Material	Bucha s/gola nylon	un	151	0,02 €	3,26 €	1,02 €
	EA442/2	un	2	0,62 €	1,23 €	0,38 €
	ES10/60	un	10	1,05 €	10,46 €	3,23 €
	FP30/1,5/25	m	7,8	2,73 €	21,30 €	6,57 €
	CNA4.0x50	un	151	0,06 €	8,54 €	2,67 €
	Aglomerado de cortiça expandida	m²	2,32	9,45 €	21,92 €	6,77 €
Mão-de-obra	Carpinteiro	H	0,27	8,50 €	2,30 €	0,71 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico				20,00 €	6,17 €
Total Global					89,01 €	27,52 €

Tabela 16 - Custo das fixações de duas placas de *gypcork* e do material resiliente

ÁREA = 3,24 m ²		FIXAÇÕES DE DUAS PLACAS <i>GYPCORK</i> E MATERIAL RESILIENTE			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m ²
Material	<i>Gypcork</i>	un	2	18,63 €	37,27 €	11,50 €
	PM70	un	80	0,03 €	2,30 €	0,71 €
	BTapit 75	un	80	0,09 €	6,86 €	2,12 €
	Aglomerado de cortiça expandida	m ²	0,318	3,21 €	1,02 €	0,32 €
Mão-de-obra	Carpinteiro	H	1,0125	8,50 €	8,61 €	2,66 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico				20,00 €	6,17 €
Total Global					76,06 €	23,47 €

Tabela 17 - Custo da montagem em obra

ÁREA = 3,24 m ²		MONTAGEM OBRA			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m ²
Material	Bucha s/gola nylon	un	6	0,02 €	0,13 €	0,04 €
	CNA4.0x50	un	6	0,06 €	0,34 €	0,10 €
	Pattex PL600	un	0,5	6,14 €	3,07 €	0,95 €
	Montafix					
Mão-de-obra	Carpinteiro	H	0,27	8,50 €	2,30 €	0,71 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico				20,00 €	6,17 €
Total Global					25,83 €	7,97 €

Tabela 18 - Custo do acabamento final

ÁREA = 3,24 m ²		ACABAMENTO FINAL			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m ²
Material	GR4	m ²	0,2592	14,22 €	3,68 €	1,14 €
	Placomat	l	0,5184	14,22 €	7,37 €	2,27 €
Mão-de-obra	Pintor	H	2,6	8,50 €	22,10 €	6,82 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico				20,00 €	6,17 €
Total Global					53,15 €	16,41 €

Tabela 19 - Custo por fase de trabalho

ÁREA = 3,24 m ²		CUSTOS POR FASE DE TRABALHO		CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	TOTAL	CUSTO/m ²		
Fabrico	Preparação das peças de pinho	88,76 €	27,40 €		
	Fixações na estrutura resistente	89,01 €	27,52 €		
	Fixação da placa de <i>gypcork</i> e do material resiliente	76,06 €	23,47 €		
Montagem	Montagem em obra	25,83 €	7,97 €		
Acabamento	Acabamento final	53,15 €	16,41 €		
Total Global		332,81 €	102,77 €		

Tabela 20 - Custo total de materiais

ÁREA = 3,24 m ²		CUSTOS TOTAL DE MATERIAIS			CUSTOS	
ESPECIFICAÇÃO	DENOMINAÇÃO	UN	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	CUSTO/m ²
Material	Pinho bravo	m ³	0,06365	900,00 €	57,29 €	17,68 €
	Bucha s/gola nylon	un	151	0,02 €	3,26 €	1,01 €
	EA442/2	un	2	0,62 €	1,23 €	0,38 €
	ES10/60	un	10	1,05 €	10,46 €	3,23 €
	FP30/1,5/25	m	7,8	2,73 €	21,30 €	6,57 €
	CNA4.0x50	un	151	0,06 €	8,54 €	2,64 €
	Aglomerado de cortiça expandida	m ²	2,32	9,45 €	21,92 €	6,77 €
	<i>Gypcork</i>	un	2	18,63 €	37,27 €	11,50 €
	PM70	un	80	0,03 €	2,30 €	0,71 €
	BTapit 75	un	80	0,09 €	6,86 €	2,12 €
	Aglomerado de cortiça expandida	m ²	0,318	3,21 €	1,02 €	0,32 €
	Bucha s/gola nylon	un	6	0,02 €	0,13 €	0,04 €
	CNA4.0x50	un	6	0,06 €	0,34 €	0,10 €
	Pattex PL600	un	0,5	6,14 €	3,07 €	0,95 €
	Montafix					
	GR4	m ²	0,2592	14,22 €	3,68 €	1,14 €
	Placomat	l	0,5184	14,22 €	7,37 €	2,27 €
Mão-de-obra	Carpinteiro	H	2,9025	8,50 €	24,67 €	7,61 €
	Pintor	H	2,6	8,50 €	22,10 €	6,82 €
Equipamentos	Equipamentos utilizados no fabrico			100,00 €	100,00 €	30,86 €
Total Global					332,81 €	102,77 €

O valor final obtido de custo do sistema fica próximo dos 100 €/m².

Esta solução comparativamente com as soluções tradicionais de alvenaria apresenta um valor elevado mas face às soluções de divisórias amovíveis disponíveis no mercado o valor obtido é muito semelhante.

Tabela 21 - Comparativo de preços de divisórias simples

#	Material	Espessura (mm)	Massa (kg/m ²)	CUSTO/m ²
1	reb. + alv. Tijolo 11 + reb.	150	175	27,15 €
2	reb. + alv. Tijolo 15 + reb.	190	211	28,15 €
3	a.m. + alu. + a.m. ¹⁰			80,00 €
4	a.m. + alu. + a.m. ¹¹	80		149,00 €

Legenda: reb. – Reboco | alv. – Alvenaria | a.m. – Aglomerado de madeira | alu. - Alumínio

Como se pode observar pela tabela 21 os preços obtidos para as divisórias tradicionais são inferiores aos de divisórias amovíveis mas neste preço não está contabilizado o facto das divisórias amovíveis poderem ser reaproveitadas e dessa maneira o seu custo poderá reduzir significativamente.

3.7. Protótipo

3.7.1. Componentes do protótipo

O protótipo abordado neste ensaio tem como componentes:

1. Módulo base em pinho com as dimensões 1200 mm x 2700 mm x 70 mm (figura 6);

¹⁰ Fabricante: Eurodivisal | painéis duplos em aglomerado de madeira

¹¹ Fabricante: SpaceOut | painéis duplos opacos melamina

2. Módulo de arranque e de fecho de divisória, quando o local é plano, com as mesmas características que o módulo base dependendo o seu comprimento consoante a necessidade específica da obra;
3. Ligação do painel ao teto (figura 16) através de cantoneiras com possibilidade de execução de um rodateto;
4. Ligação do painel ao pavimento (figura 15) através da fixação de uma calha ao pavimento com possibilidade de execução de um rodapé;
5. Prumo para ligação em L com as dimensões 120 mm x 120 mm (figura 19) e altura igual à divisória que fará a união e terá acabamento igual às divisórias;
6. Peça de acabamento da ligação em L com medidas de 120 mm e 70 mm de forma a ocultar o prumo vertical;
7. Prumo para ligação em T com as dimensões 170 mm x 120 mm (figura 18) e altura igual à divisória que fará a união e terá acabamento igual às divisórias;
8. Peça de acabamento da ligação em T com medidas de 170 mm de comprimento, e 70 mm de espessura, e altura da divisória de forma a ocultar o prumo vertical;
9. Pormenor de painel com possibilidade de ter instalações técnicas.

3.7.2. Materiais do protótipo

Os materiais utilizados neste protótipo são:

1. Prumos de madeira de pinho bravo com as dimensões:
 - a. 70 mm x 70 mm;
 - b. 70 mm x 60 mm;
 - c. 70 mm x 100 mm.
2. Placas de *gypcork* com as dimensões 1200 mm x 2700 mm x 49,5 mm;

3. Placas de aglomerado de cortiça expandida com 50mm de espessura e as dimensões:
 - a. 50 mm x 45 mm;
 - b. 50 mm x 52 mm.
4. Placas de aglomerado de cortiça expandida, como material resiliente, com 10 mm de espessura e as dimensões:
 - a. 1200 mm x 2 mm;
 - b. 2700 mm x 4 mm.
5. Cola branca do tipo “Pattex PL600 Montafix” da Henkel para fixação dos dois painéis na junção “macho-fêmea”;
6. Parafusos para fixação da estrutura de pinho bravo manualmente do tipo “CNA4,0x50” da Simpson;
7. Parafusos para fixação do *gypcork* à estrutura de pinho bravo do tipo “PM70” da Gyptec;
8. Buchas de nylon para os parafusos do tipo “BTapit 75” da Gyptec;
9. Cantoneiras para fixação da grade interna de pinho bravo e para ligação ao subsistema periférico da Simpson do tipo:
 - a. EA10/60 (grade interna);
 - b. EA442/2 (subsistema periférico).
10. Chapa perfurada para ligação da estrutura de pinho do tipo “FP30/1,5/25” da Simpson;
11. Prumos em pinho bravo para as ligações em L e em T com dimensões de 120 mm x 120 mm e 120 mm x 170 mm respectivamente;
12. Massa para juntas de presa rápida recomendada pelo fabricante do tipo “GR4 – Massa para juntas” da GypTec;

13. Tinta plástica para gesso cartonado do tipo “Placomat” da Robbialac como acabamento final dos painéis.

3.7.3. Fabricação do protótipo

A fabricação do protótipo contempla três fases de processo distintas que são:

- Fabricação das peças de pinho bravo;
- Elaboração das peças de *gypcork*;
- Montagem final.

Na fabricação das peças de pinho temos:

- Elaboração das peças de pinho bravo para realização da estrutura de suporte de todo o sistema; estas são executadas a partir de prumos com as dimensões iniciais de 70 mm x 140 mm, 70 mm x 200 mm e 70 mm x 120 mm que depois são cortadas ao meio proporcionando a possibilidade de fazer sempre em duplicado a divisória;
- Ao mesmo tempo serão preparados os rodapés, rodatetos, módulos de arranque e de fecho de acordo com as necessidades do projeto de arquitetura; o sistema preconizado está previsto para ser de laje a laje; os rodapés e rodatetos serão de acordo com o desejo do cliente pois não introduzirão cargas extremas na estrutura;
- Serão realizados os prumos de 120 mm x 120 mm para as ligações em L em madeira de pinho bravo, como toda a estrutura, no local de fabrico da estrutura;
- Também serão realizados os prumos de 120 mm x 170 mm para as ligações em T em madeira de pinho bravo, como toda a estrutura, no local de fabrico da estrutura.

Na elaboração das peças de *gypcork* temos:

- As placas de *gypcork* vêm de fábrica com as medidas de 1200 mm x 2700 mm; a preparação em oficina não será muita pois vêm de fábrica prontas para a colocação;
- Nas ligações em L será necessário efetuar um remate em *gypcork*; as placas terão que ser cortadas com as dimensões de 120 mm e 170 mm de forma a ocultar o prumo de pinho bravo, estas peças terão a altura da divisória;
- Nas ligações em T será necessário colocar um remate de *gypcork* com comprimento de 170 mm e altura de 2700 mm.

Na montagem final temos:

- Na carpintaria será executada toda a estrutura de suporte do sistema incluindo as seguintes operações:
 - Fixação manual dos prumos verticais, da estrutura exterior, de pinho de acordo com as figuras 12 e 15 e seguindo todas as especificações de fabrico;
 - Fixação das peças de pinho da grade interior à estrutura exterior de pinho, com as dimensões 60 mm x 70 mm x 500 mm, como demonstrado na figura 13;
 - Fixação das placas de aglomerado de cortiça expandida à grade interna de pinho através de cola, estas placas serão cortadas com as medidas 450 mm x 500 mm e 520 mm x 500 mm e terão 50 mm de espessura;
- Fixação de uma placa de *gypcork* à estrutura resistente através de parafusos PM70 e utilizando as distâncias mínimas entre parafusos indicadas pelo fabricante;
- Na fixação das placas de *gypcork* à estrutura resistente vão existir dois tipos de estruturas: uma em que serão fixadas as placas de *gypcork* dos dois lados da estrutura e outro em que será colocada apenas de um lado uma placa de *gypcork*;

- Será colocado o material resiliente na bordadura lateral do painel por colagem em tiras de 40 mm e 20 mm com 10 mm de espessura;
- Nos casos das ligações em L serão efetuados os remates de *gypcork*, em oficina, com as dimensões de 49,5 mm x 120 mm x 2700 mm; as fixações serão efetuadas como as da placa de *gypcork*; o prumo da ligação em L será executado em oficina sendo-lhe fixados os remates de *gypcork* para posterior colocação em obra;
- A ligação T é em tudo análoga à ligação em L variando nas dimensões das placas de *gypcork*;
- O painel de arranque e o painel de fecho serão enviados para a obra abertos de um dos lados; esta abertura é fundamental para uma correta fixação da estrutura ao subsistema periférico;
- Os dois tipos de módulos serão transportados para a obra com extremo cuidado, devem ser empilhados e protegidos em lotes pequenos com alternância das faces abertas; devem ser efetuados dois lotes diferentes um para os módulos completamente fechados e outro para os que apenas contêm uma face;
- As placas de *gypcork* que em obra serão colocadas nos painéis “abertos” serão transportadas para a obra de acordo com especificação do fabricante.

3.7.4. Montagem do protótipo

A montagem em obra deverá ser iniciada após a correta interpretação do projeto de arquitetura.

- O início da montagem dos painéis será através da colocação do painel de arranque e da guia de pavimento para se obter o alinhamento correto: estas peças serão aparafusadas aos subsistemas periféricos e deverá garantir-se que se encontra

- aprumada e plana; caso haja algum desnível no pavimento será colocado o rodapé para ocultar a estrutura de guia do pavimento;
- De seguida instalar-se-ão os módulos correntes do sistema, estes serão colocados alternadamente entre um painel todo fechado e um sem uma das faces do *gypcork*;
 - A colocação de um painel aberto servirá para se efetuar um aparafusamento à guia de pavimento e caso haja necessidade de aparafusar um painel ao outro;
 - Será colocada cola branca nas laterais do painel imediatamente antes da colocação do painel seguinte para que haja uma maior aderência de um com o outro e estes fiquem solidarizados;
 - Na colocação de cada painel deve-se pressionar o painel de forma a prensar o material resiliente que se encontra nas laterais de cada um dos painéis;
 - O material resiliente na parte superior do painel será colocado à medida que se vão colocando os painéis da estrutura de modo a garantir atrito que proporcionará nos painéis estabilidade global e assegurar as tolerâncias dimensionais de projeto;
 - Após a colocação de cada painel de divisória deverão ser aparafusados no topo 2 parafusos de fixação ao subsistema periférico de forma a aumentar a estabilidade da divisória;
 - O prumo que permite a ligação em L será colocado também através de colagem após a colocação do último painel desse alinhamento proporcionando assim a definição do próximo alinhamento;
 - Concluindo o alinhamento anterior inicia-se a montagem dos alinhamentos posteriores, só deverá ser colocada a guia de pavimento após conclusão do alinhamento anterior para que se evitem erros de montagem;
 - O alinhamento posterior será em tudo análogo ao anterior, sendo repetido para todos os posteriores alinhamentos;

- Caso haja necessidade do alinhamento seguir para sentidos opostos opta-se pela utilização da ligação em T, este também será fixo à estrutura existente por colagem como a ligação em L;
- Os posteriores alinhamentos da ligação em T são em tudo análogos aos da ligação em L;
- No fecho do alinhamento será colocado um painel de fecho que irá ter dimensões diferentes do painel corrente e terá que ser executado de acordo com as necessidades evidenciadas no projeto de arquitetura;
- Este painel vem só com uma das faces colocadas (semelhante ao de arranque) de forma a efetuarem-se as ligações aos subsistemas periféricos;
- Só no final de cada alinhamento é que se irão fechar os módulos que ficaram abertos, este facto deve-se à possível necessidade de fazer passar instalações técnicas pelos painéis e assim ser mais fácil o manuseamento das tubagens;
- No final colocam-se as placas de *gypcork* nos painéis que se encontram só com uma das faces; será colocada cola nos painéis contíguos a esse de forma a fixar a placa de *gypcork* e serão aparafusadas à estrutura de pinho de acordo com as especificações do fabricante;
- Antes do início da pintura e após a colocação dos painéis faz-se o tratamento das juntas: este tratamento será realizado de acordo com o estabelecido pelo fabricante do material;
- Após o tratamento das juntas inicia-se a fase de pintura dos painéis; deve-se proteger as envolventes dos painéis;
- Como os parafusos usados no *gypcork* criam um socalco na placa, têm que ser emassados de forma a uniformizar a parede para posteriormente se pintar;

- Pintura final dos painéis com uma demão de tinta “Placomat” utilizando as recomendações dos fabricantes: caso seja necessário passa-se outra demão tendo sempre em conta as recomendações do fabricante;
- No final verifica-se a necessidade de colocação de rodapé e/ou rodapê para ocultação de algum possível desnivelamento da estrutura.

3.7.5. Desmontagem do protótipo

- Na primeira fase de desmontagem tenta-se retirar as peças externas às divisórias como rodapés e rodapês;
- Retiram-se os remates das ligações em L tentando, dentro do possível, não danificar estas peças para que se possam reutilizar noutras instalações;
- Retiram-se as placas de *gypcork* utilizando martelo e pé-de-cabra evitando ao máximo a sua danificação; começa-se por uma das extremidades, sendo indiferente por qual se inicia, ou, caso exista, por uma ligação em L;
- A desmontagem das ligações em T são efetuadas segundo o mesmo *modus operandi*¹² que no caso das ligações em L;
- Retiram-se manualmente as placas de aglomerado de cortiça expandida com o máximo de cuidado de forma a não rasgarem;
- Após abertura total de um dos lados retiram-se os painéis do outro lado utilizando a mesma metodologia ou então poderão ser empurrados de um lado para o outro sendo assegurado do outro lado o seu apoio de forma a não caírem no pavimento e danificarem;
- Inicia-se o desaparafusamento de toda a estrutura de pinho bravo aos subsistemas periféricos;

¹² *Modus operandi* é uma expressão em latim que significa "modo de realizar qualquer coisa".
<http://www.infopedia.pt/ingles-portugues/modus%20operandi?homografia=0>

- De seguida inicia-se o desaparafusamento da estrutura de pinho bravo em si: como as estruturas estão colados umas nas outras lateralmente, torna-se fácil a sua separação através da utilização de um produto químico (por ex. diluente sintético) para o efeito;
- Verifica-se o estado das placas de *gypcork*: caso não existam danos graves poderão ser reutilizada efetuando-se uma pintura superficial para lhe conferir um bom aspeto;
- Examinam-se os elementos de pinho bravo de forma a verificar se estão degradados para ser efetuada a sua substituição. Este ponto é fundamental na reutilização do sistema visto que é a estrutura de pinho que faz grande parte do suporte estrutural da divisória e caso esta esteja em mau estado devido ao mau uso por parte dos utilizadores tem que ser reparada ou substituída.

4. CONCLUSÕES

As divisórias leves pré-fabricadas com materiais renováveis são um “universo” ainda pouco desenvolvido.

No mercado podem encontrar-se diversos tipos de divisórias leves pré-fabricadas. Na sua maioria estas são compostas por aglomerado de madeira e alumínio, tornando o sistema pouco “sustentável”. Assim devido à falta de soluções “verdes” e à utilização de materiais nacionais no mercado a solução preconizada neste ensaio poderá ter espaço no mercado nacional devido à atual crise energética e de sustentabilidade que a nossa economia atravessa.

Os resultados teóricos obtidos neste ensaio, de acordo com a legislação em vigor, demonstraram satisfazer todos os requisitos necessários de um ser humano na utilização do sistema preconizado.

Os resultados obtidos carecem de confirmação laboratorial o que num trabalho deste género é claramente importante pois todo o desenvolvimento teórico fica a necessitar da confirmação prática que advém dos ensaios.

Existiram alguns problemas devido às placas de *gyproc* pois como é um produto recente a empresa não possuía diversos elementos, principalmente características mecânicas, para que se pudesse efetuar o cálculo necessário para verificação da resistência mecânica das placas. Outro dos problemas detetados é a falta de um modelo matemático para se verificar o índice de isolamento sonoro a sons aéreos por parte da divisória. Neste caso em particular são muito importantes os ensaios acústicos que futuramente se poderão realizar.

No sistema preconizado teve-se atenção a que tivesse certos aspetos positivos para que esses fossem vantagens relativamente a outros sistemas, principalmente os tradicionais.

Aspetos positivos tais como:

- Facilidade de montagem garantindo rapidez de construção das divisórias;
- Materiais leves que facilitam o seu transporte, montagem e desmontagem;
- Limpeza do trabalho efetuado;
- Boa resistência mecânica ao choque;
- Existência de material resiliente que permite absorção das tolerâncias de fabrico e de montagem;
- Facilidade de definição dos alinhamentos previstos para as divisórias visto que é um elemento fácil de manusear;
- Acabamento final de ótima qualidade sem juntas de ligação à vista;
- Rigor dimensional pois o processo é, na sua maioria, industrializado;
- Existência de uma guia no pavimento permite ocultar deformações na laje de pavimento;
- Custo face a soluções em alumínio muito semelhante mas elevado face às soluções tradicionais.

4.1. Desenvolvimentos futuros

Como desenvolvimentos futuros existe um conjunto de situações não previstas neste ensaio que podem ser alvo de estudos futuros.

Algumas dessas situações são:

- Verificação através de ensaios laboratoriais de todas as situações previstas neste ensaio:
 - Estruturais;
 - Térmicas;
 - Acústicas.
- Desenvolvimento da possibilidade do módulo poder vencer alturas maiores através de um painel complementar;
- Desenvolvimento de um módulo porta;
- Desenvolvimento de um módulo com envidraçado;
- Desenvolvimento de melhores soluções para infraestruturas;
- Desenvolvimento de zonas de reforço para suportar cargas maiores.

Ao nível da pré-fabricação alguns desenvolvimentos futuros são:

- Inovação de sistemas de divisórias pré-fabricadas para edifícios de qualquer tipo utilizando sempre que possível materiais renováveis, sustentáveis e nacionais;
- Aumento da aposta e da inovação ao nível da pré-fabricação no seu todo criando novos sistemas de estruturas fáceis de produzir, transportar, montar, que sejam reaproveitáveis;
- Desenvolvimento de uma metodologia de avaliação acústica para divisórias leves pré-fabricadas.

5. BIBLIOGRAFIA

AIMMP, A. d. (s.d.). <http://www.aimmp.pt/>. Obtido em Outubro de 2012, de http://www.aimmp.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=260:introducao&catid=67:outras-publicacoes&Itemid=172

Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas do Norte, A. (s.d.). *AICCOPN*. Obtido em 23 de Abril de 2012, de http://www.aiccopn.pt/news.php?news_id=739.

Baptista, S. M. (1995). <http://pt.scribd.com/doc/58162057/Racionalizacao-e-industrializacao-na-construcao-civil>. Obtido em 14 de Janeiro de 2012

Branco, J. d. (1980). Prefabricação ligeira. Lisboa, Portugal: LNEC.

BS 5234-2, B. S. (15 de Dezembro de 1992). Partitions (including matching linings). Specification for performance requirements for strength and robustness including methods of test. *BS 5234-2:1992*. Londres, Inglaterra: British Standards Institution.

BSI – British Standards Institution, 1992. Partitions (including match linings). Specification for performance requirements for strength and robustness including methods of testing BS 5234.2, Londres, Inglaterra.

Cachim, P. B. (2007). *Construções em Madeira - A madeira como material de construção*. Porto: Publindústria.

Carvalho, A. P. (1988). Estudo acústico de divisórias amovíveis - Análise modelar e desenvolvimento de soluções. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Correia, E. A. (Fevereiro de 2009). Análise e dimensionamento de estruturas de madeira. Porto, Portugal: Universidade Porto.

Coutinho, J. d. (1999). Madeiras. *Materiais de Construção I*. Porto, Portugal: FEUP.

Couto, A. B., & Couto, J. P. (2007). *RepositóriUM*. Obtido em 29 de 02 de 2012, de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8520>.

Decreto-Lei n.º4/2007 – que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º89/106/CEE, do Conselho, de 21 de Dezembro de 1988, relativa aos produtos da construção.

EC 5 – Eurocode 5, 2004. Design of timber structures Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings. Eurocodes.

EN 350-1:1994 – Durability of wood and wood-based products. Natural durability of solid wood. Guide to the principles of testing and classification of natural durability of wood;

EN 350-2:1994 – Durability of wood and wood-based products. Natural durability of solid wood. Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.

EOTA Working Group, E. 0. (Dezembro de 1998). Guideline for european technical approval for internal partition kits for use as non-loadbearing walls. Bruxelas, Bélgica: EOTA.

EOTA (2005) - European Organization for Technical Approvals, 2005. Etag-003 Guideline for European Technical Approval for Internal Partition Kits for use as Non-Loadbearing walls. Eota (2005) Kunstlaan 40, Avenue des Arts B-1040 Brussels.

EuroStat. (2012). *Euroindicators*. Bruxelas: Eurostat.

EuroStat. (2009). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>. Obtido em 24 de Abril de 2012, de http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-09-030/EN/KS-SF-09-030-EN.PDF.

Fahy, F. (1985). Sound and structural vibration. Radiation, transmission and response. Londres, Inglaterra: Jovanovich Publishers.

Faria, J. A. (1992). *Desenvolvimentos Actuais na Construção, 1^{as} Jornadas de Construções Cívis*. Porto: FEUP.

Faria, J. A. (1996). *Divisórias leves prefabricadas - Concepção e avaliação da viabilidade de um sistema realizado com base em madeira e derivados, Tese Doutoramento*. Porto: FEUP.

Faria, J. A. (2004). *Modernas tendências da pré-fabricação leve na construção de edifícios em Portugal*, In *Construção2004*. Porto: FEUP.

Farinha, J. S., & Reis, A. C. (1993). *Tabelas Técnicas*. Setubal: P. O. B.

Fontes, S. M. (Junho de 2011). Condições técnicas de aplicação de tetos falsos suspensos em gesso cartonado. Porto, Portugal: Universidade do Porto.

Foster, J. (1973). *Structure and Fabric - Part 1*. Londres: B.T. Batsford, 248 páginas.

Gil, L. (2006). A cortiça como material de construção. *Manual Técnico*. Santa Maria de Lamas, Aveiro, Portugal: APCOR – Associação Portuguesa de Cortiça.

Gil, L. (1998). Cortiça – Produção, Tecnologia e Aplicação. Lisboa, Portugal: INETI.

Gonçalves, C. N. (Janeiro de 2010). Contributos para uma maior e melhor utilização da madeira de pinho bravo em Portugal. Porto, Portugal.

Greven, H. A., & Baldauf, A. S. (2007). introdução à coordenação modular da construção no brasil: Uma abordagem atualizada. Porto Alegre, Brasil: Coleção HABITARE / FINEP.

ISO – International Organization for Standardization, 2007. Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method, ISO 6946, Genebra, Suíça.

ISO – International Organization for Standardization, 1987. Partitions made of components -- Test for resistance to wind (static pressure and slamming doors), ISO 7894, Genebra, Suíça.

ISO – International Organization for Standardization, 1980 Performance standards in building -- Contents and presentation, ISO 6240, Genebra, Suíça.

ISO – International Organization for Standardization, 2008. Resilient floor coverings -- Determination of staining and resistance to chemicals, ISO 26987, Genebra, Suíça.

ISO – International Organization for Standardization, 1988. Vertical building elements -- Impact resistance tests -- Impact bodies and general test procedures, ISO 7892, Genebra, Suíça.

ISO/DIS 7893.2 – Performance standards in buildings- - Partitions made from components
– Impact resistance tests. ISO, 1991.

Paz Branco, J. (1980). Algumas notas sobre pré-fabricação. LNEC, Lisboa.

Lenssen, N., & Rodman, D. M. (1995). *A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction*. Worldwatch Institute, 67 páginas.

Mascaró, H. C. (1976). Coordinación modular? Qué es? Buenos Aires, Argentina: Summa.

Office of the Assistant Secretary of Defense for Economic Security, 1995. Performance Specification Guide, SD-15 Defense Standardization Program, Washington D. C., Estados Unidos da América.

Oliveira, M. (1999). Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção do processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes. Porto Alegre, Brasil.

Orlandi, S. (1979). A Industrialização da Construção: Alguns Conceitos Voltados para o Edifício Atual. São Paulo, Brasil: EPUSP/DECC.

PORDATA. (9 de Fevereiro de 2012). *PORDATA*. Obtido em 1 de Outubro de 2012, de PORDATA:

<http://www.pordata.pt/Portugal/Consumo+de+energia+primaria+total+e+por+tipo+de+fonte+de+energia-1130>

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril e seguintes alterações.

RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas, Decreto-Lei n.º 38 382, de 7 de Agosto de 1951 e seguintes alterações.

RGR - Regulamento Geral sobre o Ruído, Decreto-Lei nº 7/2007 de 17 de Janeiro de 2007 e seguintes alterações.

Rodrigues, R. M. (2004). Construções antigas de madeira: experiência de obra e reforço estrutural. Braga, Portugal: Universidade do Minho.

Rosso, T. (1980). *Racionalização da Construção*. São Paulo: FAUUSP.

Rosso, T. (1976). *Teoria e prática da coordenação modular*. São Paulo: FAUUSP.

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, Decreto-lei nº96/2008, de 9 de Junho de 2008 e seguintes alterações.

RSCI - Regulamento de Segurança Contra Incêndio, Decreto-Lei n.º 220/08, de 12 de Novembro de 2008 e seguintes alterações

Sabbatini, F. H. (1989). Obtido em 23 de Abril de 2012, de <http://pcc5304.pcc.usp.br/Aulas/Tese%20Sabbatini/TeseSabbatini%202007-v5.pdf>.

Silva, P. M. (1985). Estudo acústico de divisórias amovíveis - Modelação matemática (divisórias homogêneas). *Processo 87/11/8455*. Lisboa, Portugal: LNEC.

Simões, L. M., Machado, J., Cruz, H., & J.H.Negrão. (7-9 de Junho de 2011). Avaliação do ajustamento de distribuições de probabilidade ao comportamento à flexão de pinho bravo. Coimbra, Portugal: CIMAD 11 – 1º Congresso Ibero-LatinoAmericano da Madeira na Construção.

Tatum, C. B., Vanegas, J. A., & Williams, J. M. (1987). *Constructability Improvement Using Prefabrication, Preassembly, and Modularization*. Austin: Construction Industry Institute, The University of Texas at Austin.

Trigo, J. T. (1978). *Tecnologia da Construção de Habitação*. Lisboa: LNEC.

UEAtc - Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction, 1986. Diretivas Comuns UEAtc para a Homologação de Casas Leves. LNEC, Lisboa, Portugal.

ANEXOS

ANEXO I

DESENHOS

1.200

2.700

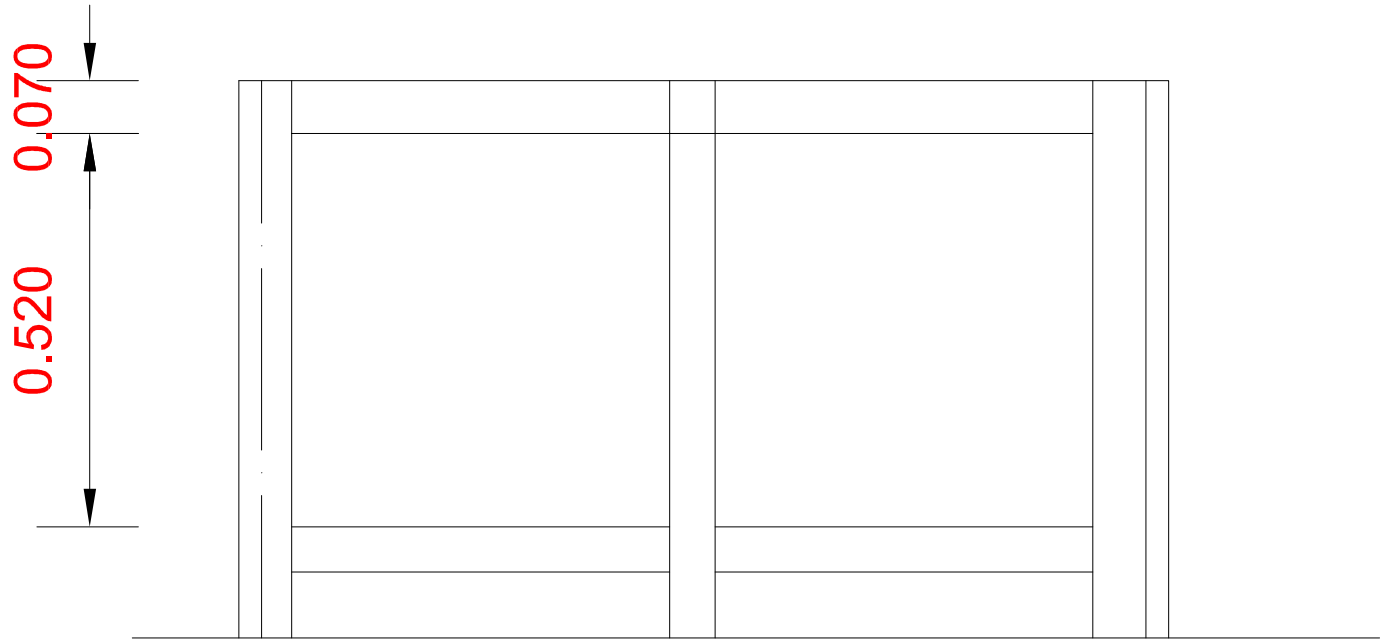
MÓDULO
CORRENTE –
ALÇADO

DATA Out 2012

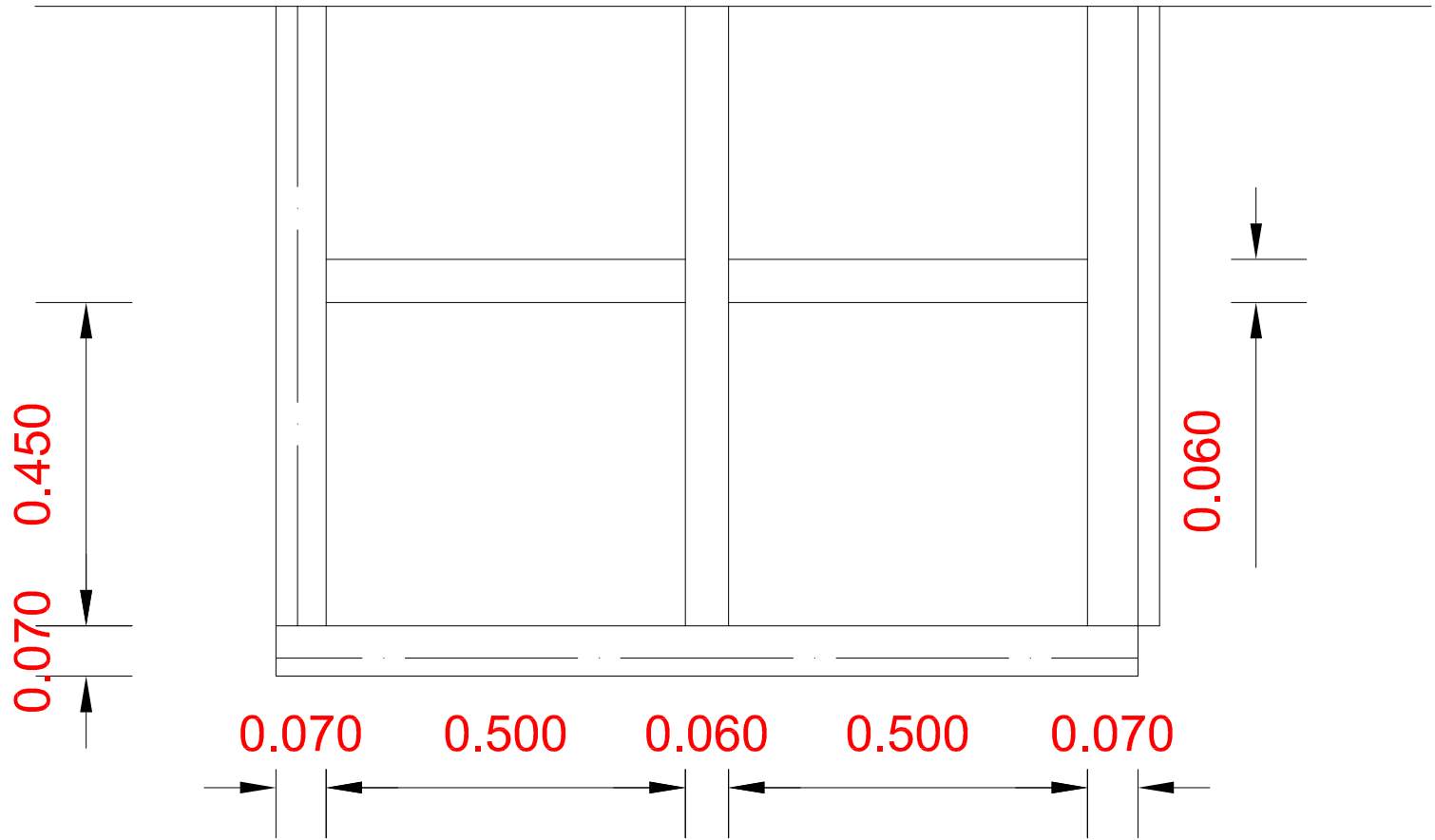
ESC. 1/100

Nº 1

PORMENOR PARTE TOPO DA ESTRUTURA DE PINHO



PORMENOR PARTE BASE DA ESTRUTURA DE PINHO



PORMENORES DE TOPO E DA BASE DA ESTRUTURA	DATA	Out 2012
	ESC.	1/100
	Nº	2

0.025

0.070

0.030

2.700

0.025

0.070

2.700

0.025

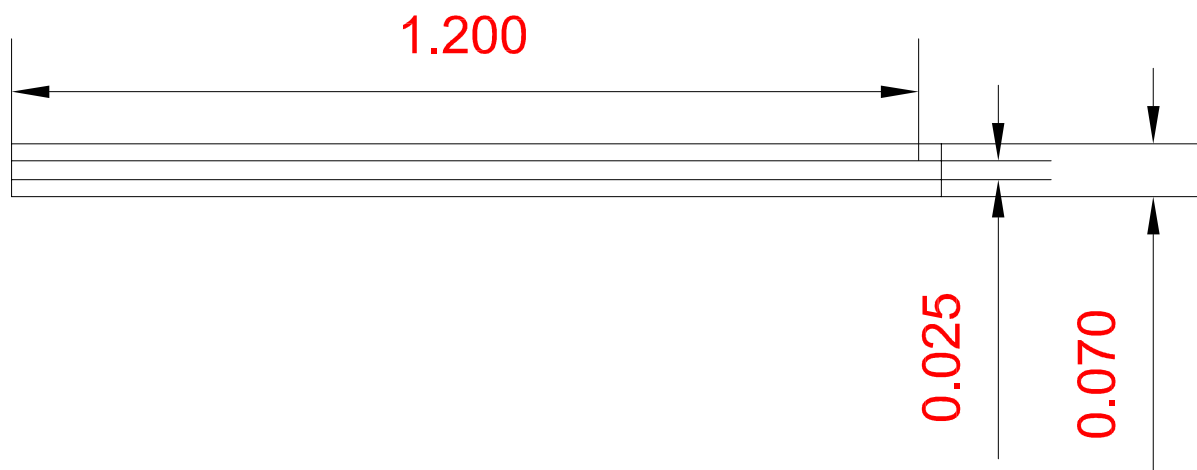
VISTA
LATERAL
MACHO E
FÊMEA

DATA Out 2012

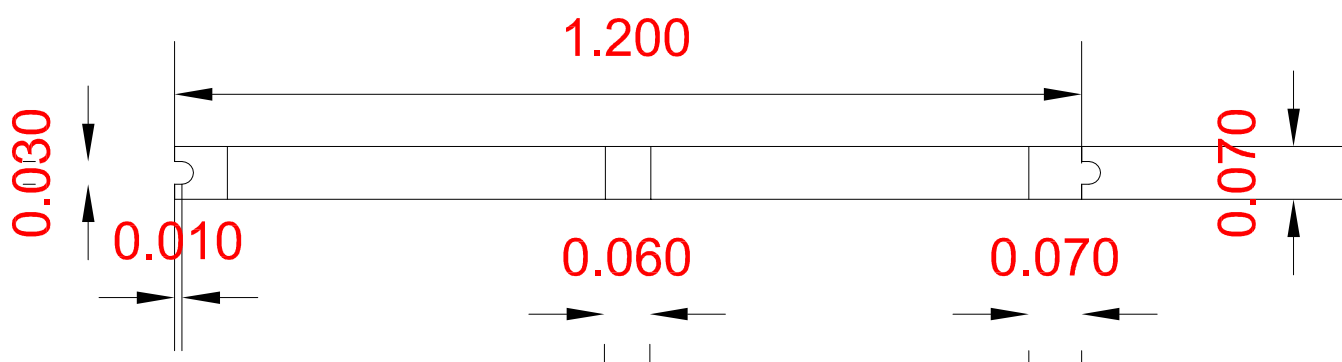
ESC. 1/100

Nº 3

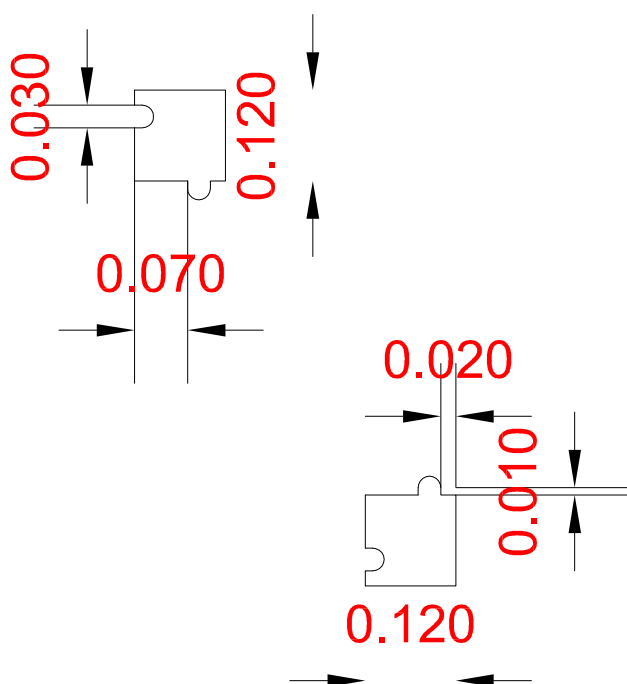
VISTA DA BASE DA ESTRUTURA DE PINHO



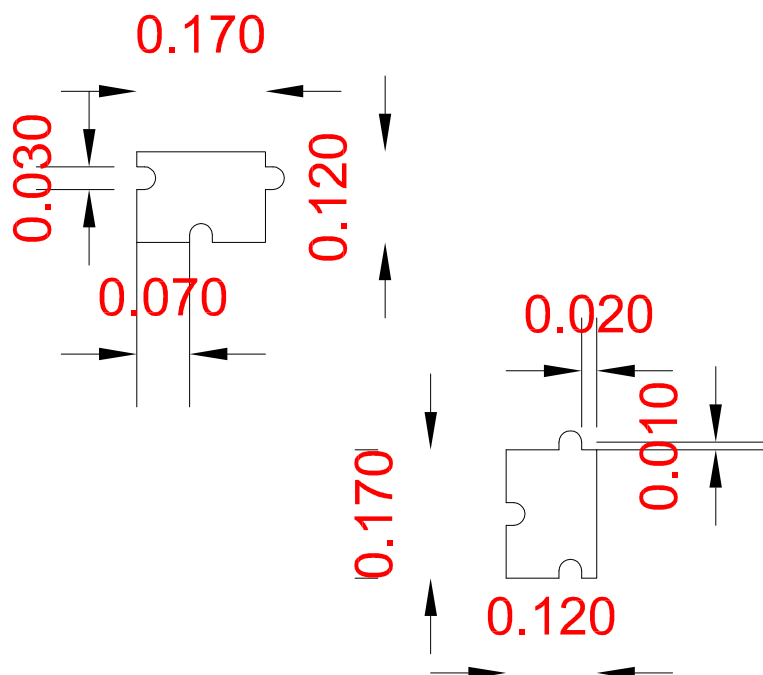
VISTA DE TOPO DA ESTRUTURA DE PINHO



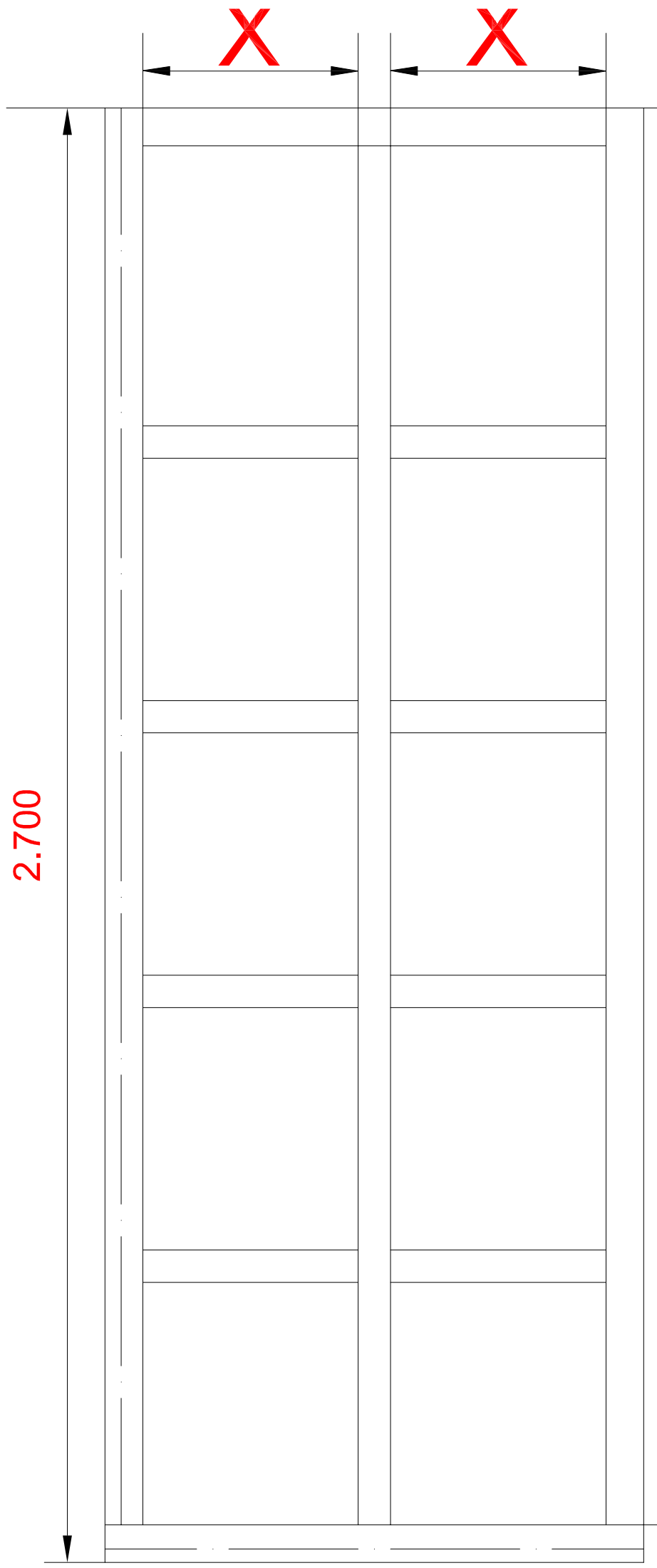
LIGAÇÕES EM L



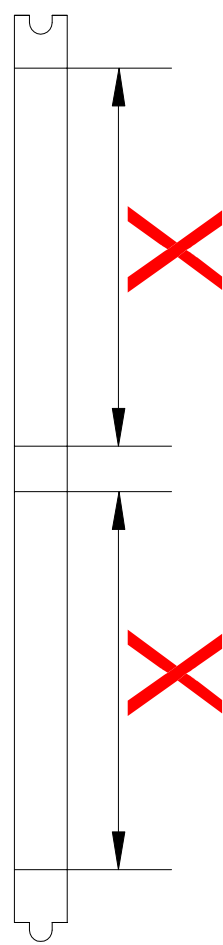
LIGAÇÕES EM T



VISTA DE TOPO E DA BASE, LIGAÇÕES EM L E EM T	DATA	Out 2012
	ESC.	1/100
	Nº	4



CORTE DA ESTRUTURA
DE PINHO



MÓDULO DE ACERTO/FECHO – ALÇADO E CORTE	DATA	Out 2012
	ESC.	1/100
	Nº	5

ANEXO II

FICHA TECNICA GYPCORK

Ficha Técnica

Placa ICB - EN 14190

Placa composta de gesso laminado com aglomerado de cortiça expandida.

Áreas de aplicação:

Obra seca em interiores, tais como: revestimento, pelo interior, de paredes exteriores.

Dados Técnicos:

Classificação: Tipo A (EN 520)
Papel na face: Marfim
Res. ao vapor de água: 10 μ (EN 12524)
Reacção ao fogo: A2-s1, d0
Cond. Térmica: 0,25 W/m.K

Bordo long.: Afinado (BA)
Profundidade do afinado: 1,0 mm [0,6-25 mm]
Largura do afinado: 45 mm [40-80 mm]
Bordo trans.: Quadrado (BC)
Cond. Térmica ICB: 0,040 W/m.K

Referência	ICB 10-40	ICB 13-40	ICB 10-60	ICB 13-60
Espessura ($\pm 0,5$ mm)	49,5	52,5	69,5	72,5
Largura (+0/-4 mm)	1200		1200	
Comprimento (+0/-5 mm)	2700		2700	
Peso aproximado ($\pm 5\%$ kg/m ²)	12,0	12,8	14,0	14,8
Rotura à flexão Long./Tran. (N) >	400 / 160	550 / 210	400 / 160	550 / 210
Resistência Térmica (m ² .K/W)	1,038	1,050	1,538	1,550

Normas Aplicáveis:

EN 14190 - EN 520, Marcação CE

Armazenagem e Utilização:

Manter as placas protegidas da humidade e do sol.

Utilizar os garfos do empilhador com a abertura máxima

Armazenar o material sobre superfícies planas, com o número de calços de origem

ANEXO III

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE GYPCORK

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

do Fabricante / *del Fabricante*

GYPTEC IBERICA Gessos Técnicos S.A.

Parque Industrial de F. da Foz, Lote 3, São Pedro
3090-380 Figueira da Foz, Portugal

Declara de acordo com a Directiva de Produtos da Construção da UE 89/106/CEE, que as
Declara de acuerdo con la Directiva de Productos de la Construcción de UE 89/106/CEE, que las

**Transformados de placas de gesso laminado procedentes de
processos secundários / Transformados de placas de yeso
laminado procedentes de procesos secundarios**

Tipo Gyptec ICB

Cumprem com as exigências da norma UNE EN 14190:2006 para efeitos de marcação CE,
expressas no anexo ZA3 da referida norma / *Cumplen con las exigencias de la norma UNE EN*
13950:2006 a efectos del marcado CE, expresadas en el anexo ZA3 de dicha norma.

Uso previsto: Segundo Anexo ZA.2: Para situações e usos não mencionadas anteriormente /
Según Anexo ZA.2, Para situaciones y usos no mencionados anteriormente. Sistema 4

Figueira da Foz, 1 de Janeiro / Enero de 2012

Luis Mota
Administrador

Maria Dulce Carvalho
Direcção Técnica



GYPTec IBERICA Gessos Técnicos S.A.

Parque Industrial de F. da Foz, Lote 3, São Pedro
3090-380 Figueira da Foz, Portugal

12

EN 14190

A 9,5 ICB 40/60

A 12,5 ICB 40/60

Resistência ao Vapor de Água / *Resistencia al Vapor de Agua* : *

Resistência Térmica / *Resistencia Térmica* : *

Reacção ao Fogo / *Reacción al Fuego* : A2-s1,d0

Isolamento Directo ao Ruído Aéreo / *Aislamiento Directo al Ruido Aéreo* : *

Resistência ao Impacto / *Resistencia al Impacto* : *

Absorção Acústica / *Absorción Acústica* : *

* Ver Documentação do Fabricante / *Ver Documentación del Fabricante*

ANEXO IV

RELATÓRIO DE ENSAIO ACÚSTICO

Relatório de Ensaio

Relatório nº ACU 262/11

Data: 2011-10-11

Dados relativos ao requerente:

Nome: Gypotec Ibérica - Gessos Técnicos, S.A.

Endereço: Parque Industrial e Empresarial da Figueira da Foz, Lote 3 - S. Pedro; 3080-380 Figueira da Foz

Contacto: Fax. +351 233 430 126

Tel. +351 233 403 050

e-mail: geral@gypotec.eu

Dados relativos ao fabricante e produto ensalado:

Nome*: Gypotec Ibérica / Amorim Isolamentos

Produto*: Solução construtiva de uma parede com placas de gesso Gypotec (Ref.* BA13A) e Aglomerado Expandido de Cortiça 40mm da Amorim Isolamentos

Informações relativas ao ensaio realizado:

Ensaio: Determinação lab. do índice de isolamento sonoro para sons de condução aérea R_w (Ref. SACU.LAB.01)

Data: 2011-09-08

Câmara emissora:

Câmara receptora:

Temperatura (°C): 21.9

Temperatura (°C): 22.2

Humidade Relativa (%): 71.8

Humidade Relativa (%): 70.9

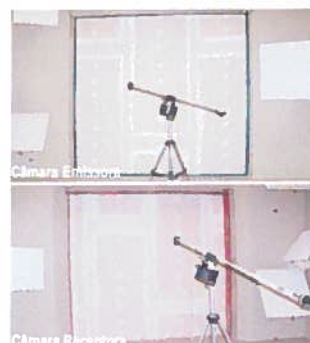
Normas: NP EN 20140-3; ISO 717-1

Realização do ensaio: José Nascimento

Autoria do relatório Ana Neves / Paulo Amado Mendes

Descrição do provete e da abertura de ensaio:

Provete constituído por: 1 camada de placas de gesso laminado da Gypotec (Ref. BA13A) com 12,5mm de esp.; estrutura de suporte em perfis metálicos com 48mm de esp. afastados de 600mm, com caixa-de-ar vazia; 1 camada de placas de gesso laminado da Gypotec (Ref. BA13A) com 12,5mm de esp; reforço de isolamento composto por aglomerado expandido de cortiça da Amorim Isolamentos, com 40mm de esp. e 1 camada de placas de gesso laminado da Gypotec (Ref. BA13A) com 12,5mm de esp.. Placas de gesso com juntas barradas. Parafusos barrados. A abertura de ensaio entre as câmaras acústicas, onde foi instalado o provete, apresenta dimensões de 3,16m x 3,16m, a que corresponde uma área de aproximadamente 10m². A construção do provete foi da responsabilidade do requerente.



Equipamento de ensaio:

Câmaras acústicas ITeCons; sistema de aquisição multicanalizador Pulse, PUL02, modelo 3560-C-T46, da marca "Briel & Kjaer", com cinco canais; microfones 1/2" do tipo 4190, da marca "Briel & Kjaer", MIC06 e MIC07, montados, respectivamente, em girafas giratórias do tipo 3923, da marca "Briel & Kjaer", GIR01 e GIR02; calibrador acústico, do tipo 4231, da marca "Briel & Kjaer", CLS04; fonte(s) de ruídos aéreos, do tipo OMNIPOWER 4292, da marca "Briel & Kjaer", FSO03 e FSO04; termohigrómetro THR07.

Breve descrição do procedimento de ensaio:

O ensaio é realizado em laboratório, de acordo com a norma NP EN 20140-3, seguindo, resumidamente, o seguinte procedimento: registo do nível sonoro na câmara emissora, para 2 posições de fonte e ao longo do varrimento com um microfone móvel; registo, em simultâneo, do nível sonoro na câmara receptora, durante a rotação de um microfone móvel e para as mesmas 2 posições de fonte no espaço emissor; medição de ruído de fundo ao longo do varrimento com um microfone móvel no espaço receptor (com a fonte desligada); medição dos tempos de reverberação na câmara receptora, considerando um mínimo de 1 posição de fonte e registando 2 decalmentos em, pelo menos, 3 posições de microfone. A curva de isolamento sonoro normalizado é, depois, determinada de acordo com a NP EN 20140-3, e o respectivo Índice de Isolamento é determinado de acordo com a norma ISO 717-1.

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.

Os dados assinalados com * foram fornecidos pelo cliente.

pág. 1/3

**Resultados obtidos no ensaio:****Nível sonoro médio na câmara emissora (L1):**

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L1 (dB)	102.0	105.0	102.5	99.7	98.7	96.5	95.6	96.5	97.6
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L1 (dB)	96.3	94.5	94.8	97.2	97.1	95.6	97.0	96.2	92.5

Nível sonoro médio na câmara receptora (L2):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L2 (dB)	81.2	87.0	83.7	75.9	67.3	61.9	54.7	52.1	48.4
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L2 (dB)	44.2	38.8	35.9	36.8	37.7	44.3	45.6	39.6	33.2

Nível sonoro médio do ruído de fundo na câmara receptora (L0):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L0 (dB)	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L0 (dB)	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6

Nível sonoro médio na câmara receptora, corrigido com o ruído de fundo (L2'):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L2' (dB)	81.2	87.0	83.7	75.9	67.3	61.9	54.7	52.1	48.4
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L2' (dB)	44.2	38.8	35.9	36.8	37.7	44.3	45.6	39.6	33.2

Tempo de reverberação médio na câmara receptora (Tr):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Tr (s)	5.05	3.54	2.41	2.14	1.72	1.60	1.60	1.46	1.48
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Tr (s)	1.54	1.56	1.61	1.69	1.68	1.58	1.55	1.47	1.34

ACU 262/11

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem o acordo escrito do ITECons.

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.

pág. 2/3





ITeCons

Instituto de Investigação e Desenvolvimento
Tecnológico em Ciências da Construção



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



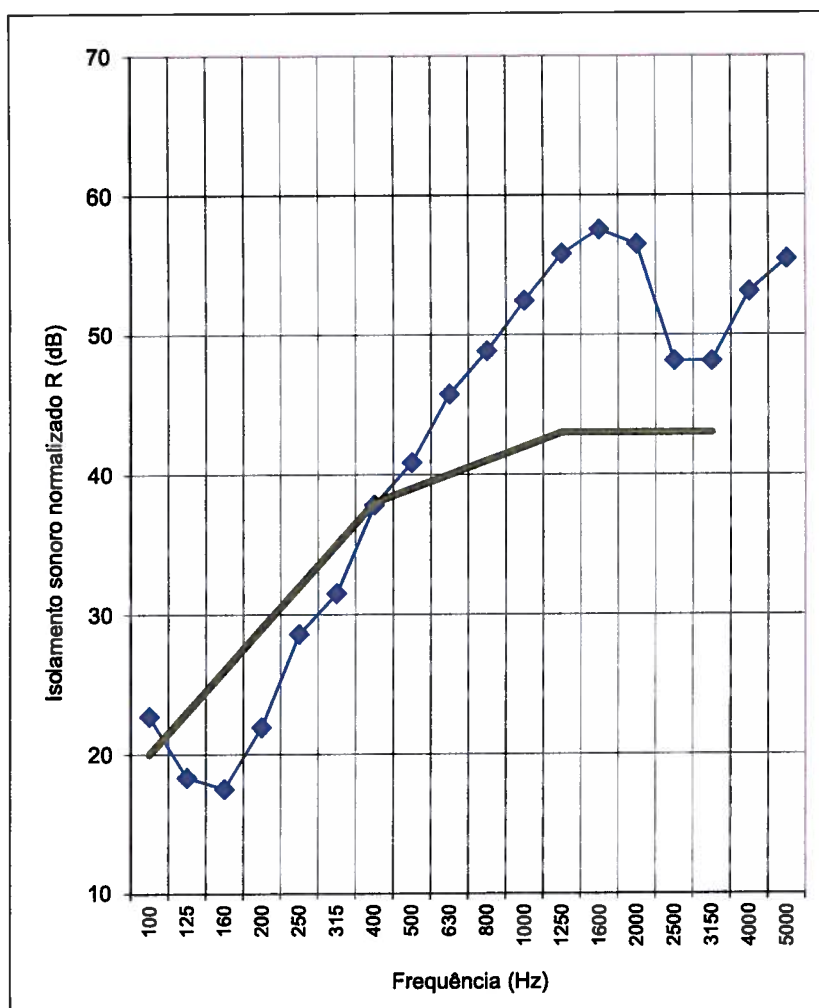
Volume das câmaras (em m³):

Emissora: 181.5

Receptora: 204.0

Isolamento sonoro a sons aéreos normalizado (R):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
R (dB)	22.7	18.3	17.5	21.9	28.6	31.5	37.8	40.9	45.8
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	48.8	52.5	55.8	57.6	56.5	48.2	48.1	53.1	55.5



$R_w (C; C_{125}; C_{100-5000}; C_{125-5000}) = 39 (-3; -8; -2; -8)$ dB (Resultados obtidos de acordo com a norma ISO 717-1)

ACU 262/11

Responsabilidade técnica: Paulo Amado Mendes
(Paulo Amado Mendes, Supervisor Técnico e Científico)

A Direcção: António Dado Mendes

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.

pág. 3/3

Mod. SACU.LAB.01.RE.01.V5.07.09

ITeCons - Rua Pedro Hispano, Pólo II da Universidade de Coimbra - 3030-289 Coimbra

NIPC: 507 487 648 T: +351 239 79 89 49 F: +351 239 79 89 39 www.itecons.uc.pt e-mail: itecons@itecons.uc.pt

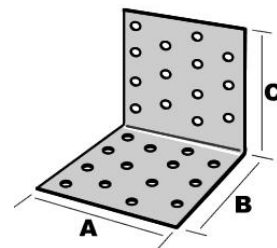
ANEXO V

LIGAÇÕES METÁLICAS SIMPSON

ES - Equerres Simples

Numéros d'agrément

ETA-07/0055



Applications

Types : lisses de bardage, montants de bardages, ancrages de chevron, consoles, renforcement d'assemblages existants.

Type de porteur : bois.

Type de porté: bois massif, lamellé collé, fermes triangulées, profilés et bois composite.

Matière

Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346.

Finition laquée, nous consulter.

Fixations

Trous de pointes Ø 5.0 mm.

Sur bois : pointes crantées Ø 4.0 mm ou vis SST Ø5.0

Valeurs caractéristiques

Les valeurs caractéristiques (F_k) s'entendent au sens de l'Eurocode 5 et de l'ETAG015. Elles sont définies par nos agréments techniques européens (ETA) et sont exprimées en kN (1kN = 100kg).

La valeur design s'obtient par application du K_{mod} et du γ_M :

- le K_{mod} dépend de la classe de service et de la durée de charge.

- Le γ_M est le coefficient partiel du matériau = 1,3.

La valeur design F_d s'obtient selon la formule suivante:

$$F_d = \left(\frac{F_k \times K_{mod}}{\gamma_M} \right)$$

Ces valeurs ne sont valables que si la mise en oeuvre est conforme.

Combinaison de charges

Dans les cas de charges combinées, l'équation suivante doit être vérifiée :

$F_1 + F_2 + F_3$:

$$\left(\frac{F_{1,d}}{R_{1,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{2,d}}{R_{2,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{3,d}}{R_{3,d}} \right)^2 \leq 1$$

Les efforts F_2 et F_3 sont des forces opposées. Si l'une est non nulle, l'autre est nécessairement égale à 0.

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

ES - Equerres Simples
Document généré le 25/07/2011

ES - Equerres Simples

Classe de résistance du bois

Les valeurs présentées correspondent à l'utilisation d'un bois de classe C24 exigé pour les applications structurelles.

- Pour des bois de classe supérieure, les valeurs tabulées restent inchangées.

- Pour des bois de classe inférieure, les valeurs tabulées doivent être multipliées par le coefficient $K_{dens} = \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$

où:

- 350 kg/m³: masse volumique caractéristique du bois de classe C24 conformément à la norme NF EN 338

- ρ_k : mass volumique caractéristique du bois utilisé conformément à la norme NF EN 338

Note technique - Mise en oeuvre

Les valeurs caractéristiques Fk dépendent du type de mise en oeuvre (Fixations bois/bois ou bois/support rigide et de type poutre/poutre et poteau/poutre).

Pour plus de renseignements, télécharger la note technique relative aux équerres ou contactez notre service technique.

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

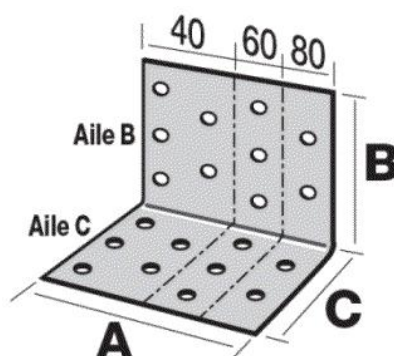
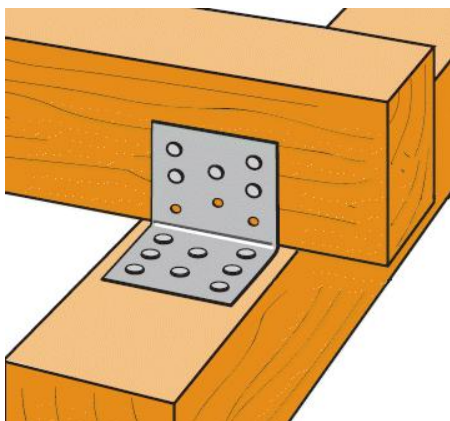
Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

ES - Equerres Simples
Document généré le 25/07/2011

ES - Equerres Simples

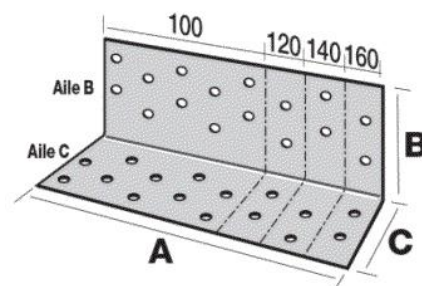
Galerie d'images



ES10

longueur 40 à 80

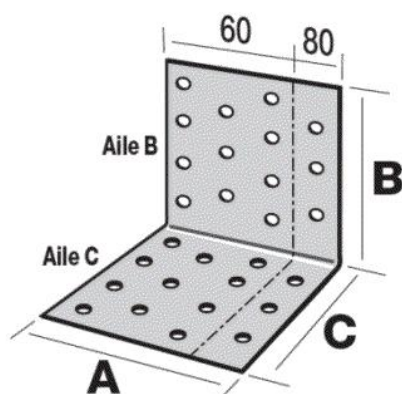
ES10 40 à 80



ES10

longueur 100 à 160

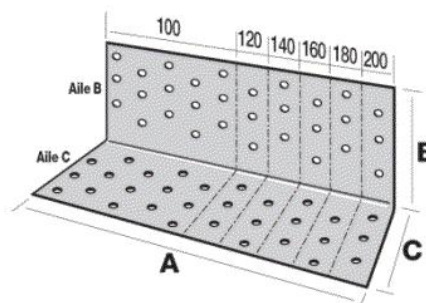
ES10 100 à 160



ES11

longueur 60 à 80

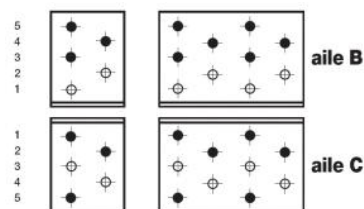
ES11 60 à 80



ES11

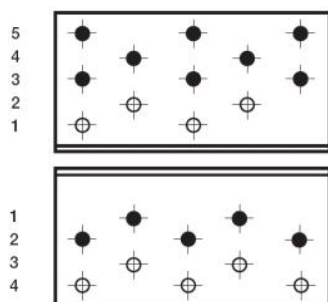
longueur 100 à 200

ES11 100 à 200



ES10/40 ES10/80

Plan de clouage des
ES10/40 à ES10/80



ES10/100

ES10/160

Plan de clouage des ES10/100 à ES10/160

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

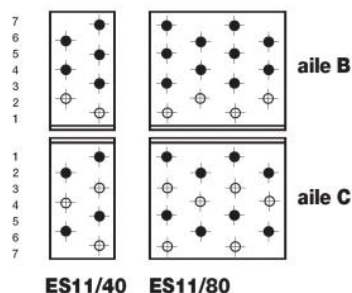
Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

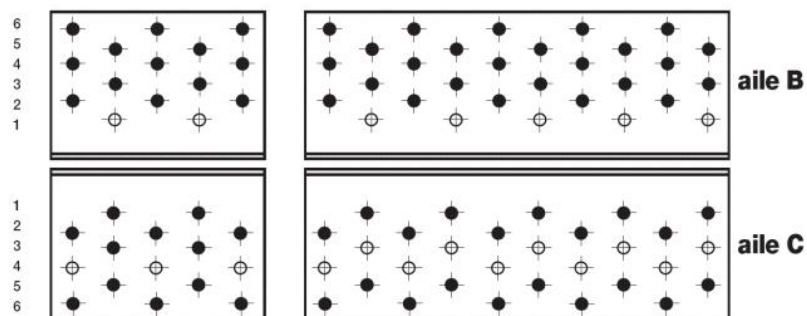
ES - Equerres Simples
Document généré le 25/07/2011

ES - Equerres Simples



ES11/40 ES11/80

Plan de clouage des
ES11/40 à ES11/80



ES11/100

ES11/200

Plan de clouage des ES11/100 à ES11/200

Dimensions (en mm)

Références	DIMENSIONS en mm				PERCAGES en mm	
	A	B	C	Ep	Aile B	Aile C
ES10/40	40	60	60	2.50	5 ø5	5 ø5
ES10/60	60	60	60	2.50	8 ø5	8 ø5
ES10/80	80	60	60	2.50	10 ø5	10 ø5
ES10/100	100	60	60	2.50	10 ø5	10 ø5
ES10/120	120	60	60	2.50	12 ø5	12 ø5
ES10/140	140	60	60	2.50	14 ø5	14 ø5
ES10/160	160	60	60	2.50	16 ø5	16 ø5
ES11/40	40	80	80	2.50	6 ø5	6 ø5
ES11/60	60	80	80	2.50	9 ø5	9 ø5
ES11/80	80	80	80	2.50	12 ø5	12 ø5
ES11/100	100	80	80	2.50	15 ø5	15 ø5
ES11/120	120	80	80	2.50	18 ø5	18 ø5
ES11/140	140	80	80	2.50	21 ø5	21 ø5
ES11/160	160	80	80	2.50	24 ø5	24 ø5
ES11/180	180	80	80	2.50	27 ø5	27 ø5
ES11/200	200	80	80	2.50	30 ø5	30 ø5

2 équerrres par assemblage

Références	Valeurs caractéristiques en kN					
	2 équerrres par assemblage					
	Bois de classe C24					
	Fixations ø4.0		Traction F1		Cisaillement F2 = F3	
	Aile B	Aile C	Ø4,0x35	Ø4,0x50	Ø4,0x35	Ø4,0x50
ES10/40	3	3	2.4	3.1	2.3	3.1
ES10/60	5	5	3.6	4.9	5.6	7.4
ES10/80	6	6	4.7	6.2	7.3	9.7
ES10/100	8	5	3.7	5.8	10.2	13.6
ES10/120	9	6	4.6	7.3	12.4	16.5
ES10/140	11	7	5.3	8.3	16.7	22.2
ES10/160	12	8	5.6	9.6	19.0	25.3
ES11/40	5	4	2.4	2.8	3.4	4.6
ES11/60	8	6	3.6	4.9	7.3	9.8
ES11/80	10	8	4.7	6.3	10.1	13.5
ES11/100	13	10	4.2	5.8	14.6	19.4

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

ES - Equerres Simples
Document généré le 25/07/2011

ES - Equerres Simples

Références		Valeurs caracteristiques en kN				
		2 équerres par assemblage				
		Bois de classe C24				
		Fixations ø4.0		Traction F1		Cisaillement F2 = F3
	Aile B	Aile C	Ø4,0x35	Ø4,0x50	Ø4,0x35	Ø4,0x50
ES11/120	15	12	5.1	7.3	17.3	23.1
ES11/140	18	14	5.9	8.3	23.5	31.3
ES11/160	20	16	6.8	9.6	27.0	35.9
ES11/180	23	18	7.6	10.6	34.0	45.3
ES11/200	25	20	8.4	12.1	38.0	50.7

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

ES - Equerres Simples
Document généré le 25/07/2011



VALEURS CARACTÉRISTIQUES :

Les valeurs caractéristiques (F_k) s'entendent au sens de l'Eurocode 5 et de l'ETAG 015.
Elles sont définies par nos Agréments Techniques Européens.
La valeur design est obtenue par la formule suivante :

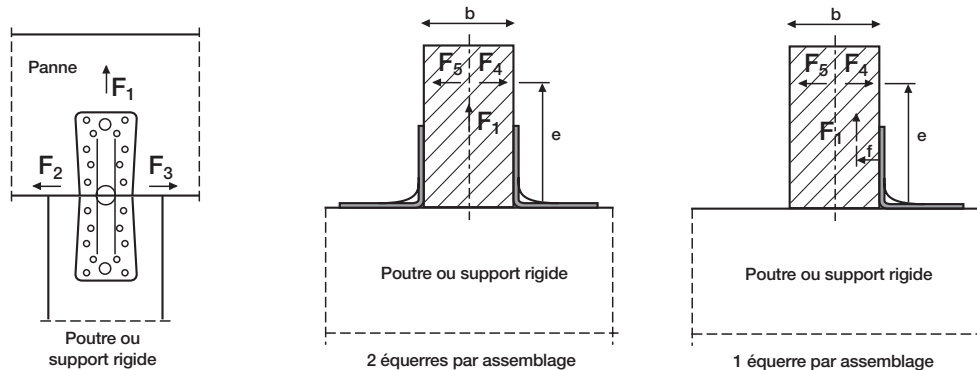
$$F_{design} = \frac{F_k \times k_{mod}}{\gamma_M}$$

Où k_{mod} et γ_M sont définis page 2.

Elles ne sont valables que si la mise en œuvre est conforme aux tableaux.

Elles sont exprimées en kilo Newton => 1kN ≈ 100 kg

Types de sollicitations



F1 : effort de traction dans l'axe central de l'équerre

Cas particulier d'une fixation avec 1 seule équerre :

- Si l'ensemble de la structure empêche la rotation de la panne ou du poteau, la résistance en traction est égale à la moitié de la valeur donnée pour deux équerres.
- Dans le cas contraire, la résistance de l'assemblage dépend de la distance « f » entre la surface de contact verticale et le point d'application de la charge. Pour consulter les charges correspondantes, connectez-vous sur www.simpson.fr.

F2 et F3 : effort latéral de cisaillement

Cas particulier d'une fixation avec 1 seule équerre :

- La valeur de résistance à considérer est égale à la moitié de celle donnée pour deux équerres.

F4 et F5 : effort transversal dirigé vers ou à l'opposé de l'équerre

- La résistance de l'assemblage dépend de la distance « e » entre la base de l'équerre et le point d'application de la charge.
- Pour consulter les charges correspondantes, connectez-vous sur www.simpson.fr.

Seuls les efforts F_1 , F_2 et F_3 pour des assemblages à 2 équerres sont présents dans ce catalogue.
Pour plus d'information, connectez-vous sur notre site www.simpson.fr

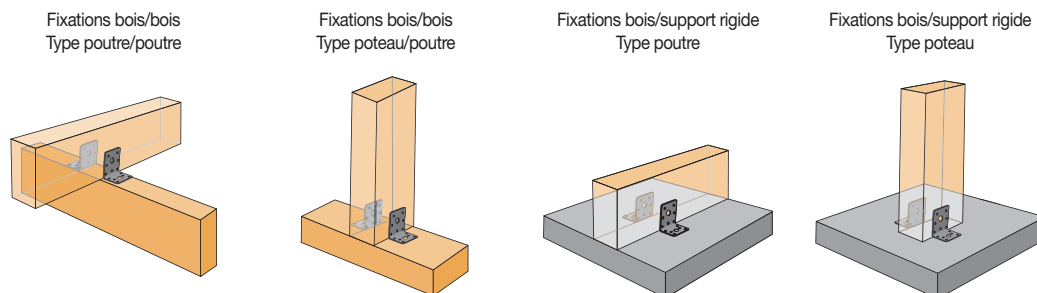
Charges combinées

Dans les cas de charges combinées, l'équation suivante doit être vérifiée :

$$F_1 + F_2 + F_3 : \left(\frac{F_{1,d}}{R_{1,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{2,d}}{R_{2,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{3,d}}{R_{3,d}} \right)^2 \leq 1$$

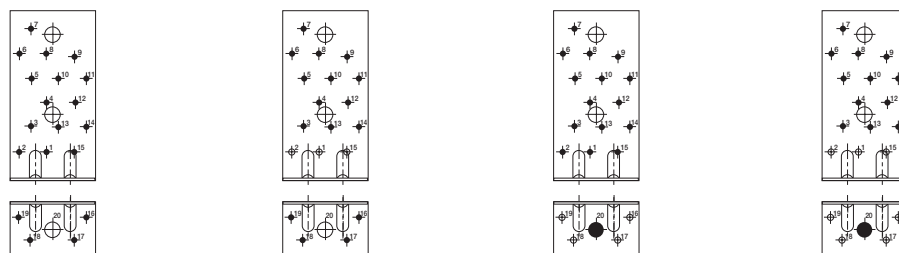
Les efforts F_2 et F_3 sont des forces opposées. Si l'une est non nulle, l'autre est nécessairement égale à 0.

Les valeurs caractéristiques publiées pour une équerre dépendent de sa mise en œuvre et du support sur lequel elle est fixée. Il existe 4 configurations principales illustrées ci-dessous :



Mise en œuvre

Pour chacune de ces mises en œuvre, la fixation doit être adaptée comme le montre l'exemple donné ci-dessous pour l'E17/2

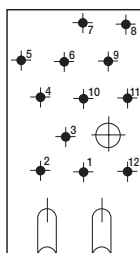


Plan de Clouage

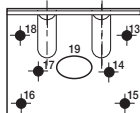
Clouage Total

Tous les perçages sont utilisés.
La charge maximale est atteinte.

Tous les perçages utilisés sont en noir

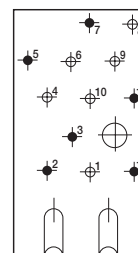


Positions des pointes :
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

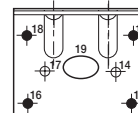


Clouage Partiel

Le clouage partiel entraîne une diminution des charges et doit répondre à une mise en œuvre précise.



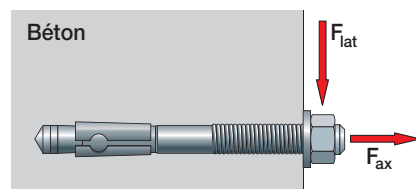
Positions des pointes :
2, 3, 5, 7, 11, 12, 13,
15, 16, 18



Pour plus de renseignements sur le clouage partiel, connectez-vous sur www.simpson.fr ou contactez notre service technique.

Support Rigide

Les applications visées s'entendent comme définies dans l'ETAG015 et excluent les applications sur maçonnerie telles que visées dans la EN 845. Les valeurs indiquées sont applicables à partir du moment où les fixations sont aptes à reprendre ces mêmes charges (voir documentation du fabricant). Les valeurs minimales prises en compte pour le calcul sont données dans le tableau page 63.



Les valeurs présentées correspondent à l'utilisation d'un bois de classe C24 exigé pour les applications structurales.

Classe de résistance du bois

- Pour des bois de classe supérieure, les valeurs tabulées restent inchangées.
- Pour des bois de classe inférieure, les valeurs tabulées doivent être multipliées par le coefficient K_{dens} calculé comme suit :

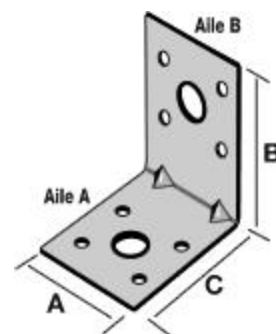
$$K_{dens} = \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^2$$

Où :

- 350 kg/m³ : masse volumique caractéristique du bois de classe C24 conformément à la norme NF EN 338.
- ρ_k : masse volumique caractéristique du bois utilisé conformément à la norme NF EN 338.

EA - Equerres d'assemblages

Les équerres d'assemblages permettent de connecter des petites ossatures de menuiserie intérieure et extérieure.



Applications

Type: aménagements intérieurs, meubles, petites ossatures

Type de porté: bois massif, bois composite, lamellé collé, fermes triangulées, profilés,...

Type de porteur: bois, béton, acier...

Matière

Acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346.

Finition laquée, nous consulter.

Fixations

Sur bois: pointes annelées Ø4.0 mm, boulons, tirefonds, vis.

Sur béton: chevilles, scellement chimique...

Sur métal: boulons, boulons HR, rivets...

Se reporter aux informations techniques de l'élément de fixation

Avantages

Produit multi-usage.

Installation rapide et simple.

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

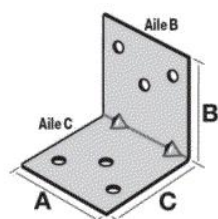
www.simpson.fr

EA - Equerres d'assemblages
Document généré le 20/02/2012

EA - Equerres d'assemblages

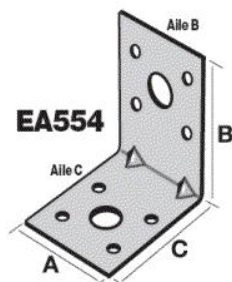
Galerie d'images

EA444



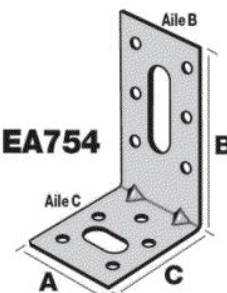
EA444/2

EA554



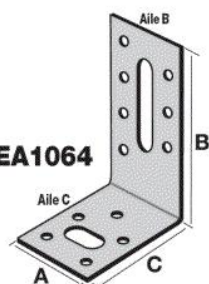
EA554/2

EA754

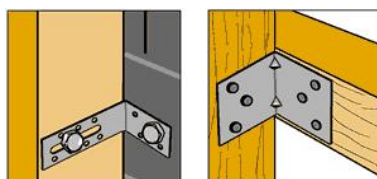


EA754/2

EA1064



EA1064/2.5



mise en situation

Dimensions et perçages

Modèle	DIMENSIONS (en mm)				PERÇAGES					
	A	B	C	Ep.	Aile B			Aile C		
	Ø 5	Ø11	Oblong	Ø 5	Ø11	Oblong				
EA442/2		20	40	40	2	2	--	--	2	--
EA444/2		40	40	40	2	3	--	--	3	--
EA446/2		60	40	40	2	4	--	--	4	--
EA534/2		40	50	30	2	4	1	--	3	--
EA554/2		40	50	50	2	4	1	--	4	1
EA644/2		40	60	40	2	4	--	10x20	4	1
EA664/1,5		40	60	60	1.5	6	--	10x30	4	--
EA664/2		40	60	60	2	6	--	10x30	4	--
EA666/2		60	60	60	2	4	--	10x42	4	--
EA754/1,5		40	70	50	1.5	6	--	10x30	5	--
EA754/2		40	70	50	2	6	--	10x30	5	--
EA756/2		60	70	50	2	6	--	10x42	4	--
EA844/2		40	80	40	2	6	--	8x40	4	--
EA844/2,5		40	80	40	2.5	6	--	8x40	4	--
EA846/2,5		60	80	40	2.5	6	--	10x42	4	--
EA954/2,5		40	90	50	2.5	7	--	8x50	5	--
EA956/2,5		60	90	50	2.5	8	--	10x52	4	--
EA1064/2,5		40	100	60	2.5	7	--	8x50	5	--
EA1066/2,5		60	100	60	2.5	8	--	10x52	5	--

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

EA - Equerres d'assemblages
Document généré le 20/02/2012



VALEURS CARACTÉRISTIQUES :

Les valeurs caractéristiques (F_k) s'entendent au sens de l'Eurocode 5 et de l'ETAG 015.
Elles sont définies par nos Agréments Techniques Européens.
La valeur design est obtenue par la formule suivante :

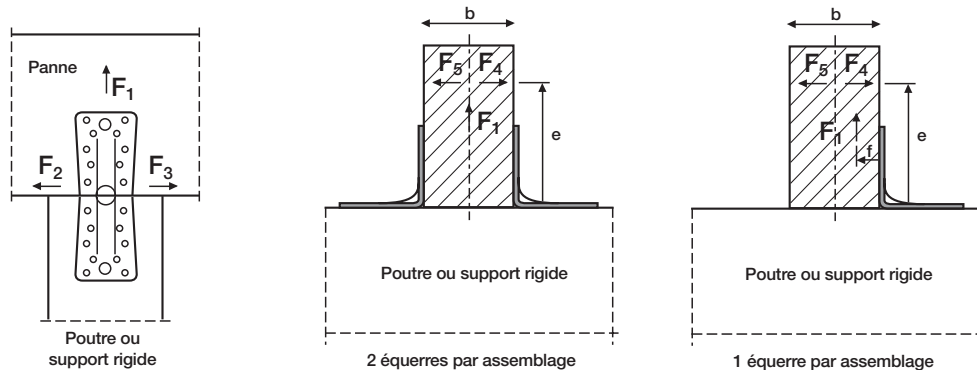
$$F_{design} = \frac{F_k \times k_{mod}}{\gamma_M}$$

Où k_{mod} et γ_M sont définis page 2.

Elles ne sont valables que si la mise en œuvre est conforme aux tableaux.

Elles sont exprimées en kilo Newton => 1kN ≈ 100 kg

Types de sollicitations



F1 : effort de traction dans l'axe central de l'équerre

Cas particulier d'une fixation avec 1 seule équerre :

- Si l'ensemble de la structure empêche la rotation de la panne ou du poteau, la résistance en traction est égale à la moitié de la valeur donnée pour deux équerres.
- Dans le cas contraire, la résistance de l'assemblage dépend de la distance « f » entre la surface de contact verticale et le point d'application de la charge. Pour consulter les charges correspondantes, connectez-vous sur www.simpson.fr.

F2 et F3 : effort latéral de cisaillement

Cas particulier d'une fixation avec 1 seule équerre :

- La valeur de résistance à considérer est égale à la moitié de celle donnée pour deux équerres.

F4 et F5 : effort transversal dirigé vers ou à l'opposé de l'équerre

- La résistance de l'assemblage dépend de la distance « e » entre la base de l'équerre et le point d'application de la charge.
- Pour consulter les charges correspondantes, connectez-vous sur www.simpson.fr.

Seuls les efforts F_1 , F_2 et F_3 pour des assemblages à 2 équerres sont présents dans ce catalogue.

Pour plus d'information, connectez-vous sur notre site www.simpson.fr

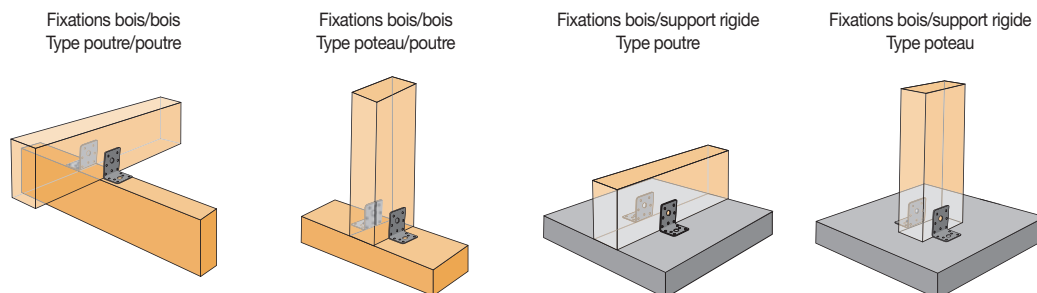
Charges combinées

Dans les cas de charges combinées, l'équation suivante doit être vérifiée :

$$F_1 + F_2 + F_3 : \left(\frac{F_{1,d}}{R_{1,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{2,d}}{R_{2,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{3,d}}{R_{3,d}} \right)^2 \leq 1$$

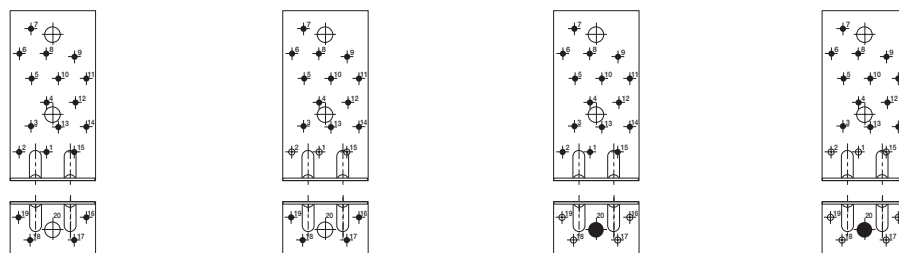
Les efforts F_2 et F_3 sont des forces opposées. Si l'une est non nulle, l'autre est nécessairement égale à 0.

Les valeurs caractéristiques publiées pour une équerre dépendent de sa mise en œuvre et du support sur lequel elle est fixée. Il existe 4 configurations principales illustrées ci-dessous :



Mise en œuvre

Pour chacune de ces mises en œuvre, la fixation doit être adaptée comme le montre l'exemple donné ci-dessous pour l'E17/2

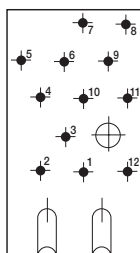


Plan de Clouage

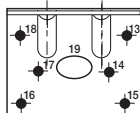
Clouage Total

Tous les perçages sont utilisés.
La charge maximale est atteinte.

Tous les perçages
utilisés sont
en noir

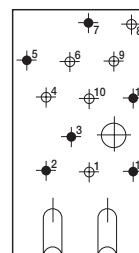


Positions des pointes :
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

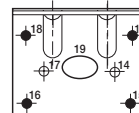


Clouage Partiel

Le clouage partiel entraîne une diminution des charges et
doit répondre à une mise en œuvre précise.



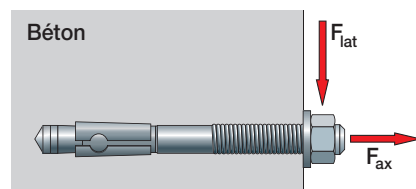
Positions des pointes :
2, 3, 5, 7, 11, 12, 13,
15, 16, 18



Pour plus de renseignements sur le clouage partiel, connectez-vous sur www.simpson.fr
ou contactez notre service technique.

Support Rigide

Les applications visées s'entendent comme définies dans l'ETAG015 et excluent les applications sur maçonnerie telles que visées dans la EN 845. Les valeurs indiquées sont applicables à partir du moment où les fixations sont aptes à reprendre ces mêmes charges (voir documentation du fabricant).
Les valeurs minimales prises en compte pour le calcul sont données dans le tableau page 63.



Les valeurs présentées correspondent à l'utilisation d'un bois de classe C24 exigé pour les applications structurales.

Classe de résistance du bois

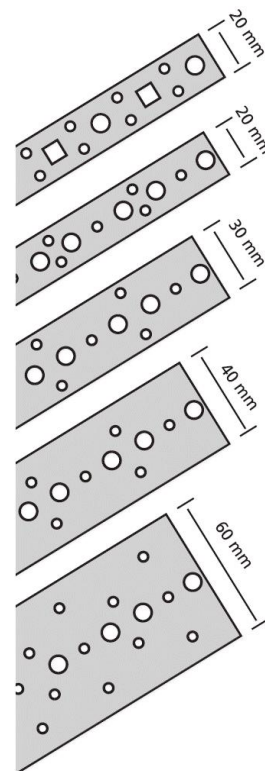
- Pour des bois de classe supérieure, les valeurs tabulées restent inchangées.
- Pour des bois de classe inférieure, les valeurs tabulées doivent être multipliées par le coefficient K_{dens} calculé comme suit :

$$K_{dens} = \left(\frac{\rho_k}{350} \right)^2$$

Où :

- 350 kg/m³ : masse volumique caractéristique du bois de classe C24 conformément à la norme NF EN 338.
- ρ_k : masse volumique caractéristique du bois utilisé conformément à la norme NF EN 338.

Les feuillards apportent une réponse aux problèmes liés à l'antiflambement des charpentes. Ils sont particulièrement adaptés à la fermette. Ils permettent aussi de répondre à de nombreuses mises en oeuvre.



APPLICATION - Type

antiflambement des charpentes et bardage bois, fixation de gaines, réalisation d'assemblages divers, reprise de charge au soulèvement.

APPLICATION - Type de porteur

bois massif, bois composite, bois lamellé-collé, acier, béton.

APPLICATION - Type de porté

bois massif, bois composite, bois lamellé-collé, profil acier ou PVC.

MATIERE

- acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346
- acier inoxydable AISI 316 conforme à la NF EN 10088-2 (sept. 2005)

MARQUAGE CE

Les feuillards sont couverts par la norme EN 14545, ils seront marqués CE en août 2010.

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

FB - FP - FPIX - Feuillards Perforés
Document généré le 25/07/2011

FIXATIONS

Les feuillards peuvent être fixés avec des pointes annelées de type structurel. Nous vous recommandons l'utilisation de nos pointes annelées couvertes par notre ETA-04/0013.

- Sur bois :

* feuillard galvanisé: pointes annelées Ø4,0 mm

* feuillard inox: pointes annelées inox Ø4,0 mm

- Sur béton : chevilles mécaniques à expansion, chevilles chimiques

- Sur acier (suivant feuillard) : boulons, rivets, boulons HR

VALEURS CARACTERISTIQUES

Les valeurs caractéristiques s'entendent au sens de l'Eurocode 5 et de l'ETAG015. Elles sont définies dans nos Agréments Techniques Européens.

La valeur design s'obtient par :

$$F_d = \left(\frac{F_k \times K_{mod}}{\gamma_M} \right)$$

Où :

- K_{mod} dépend de la classe de service et de la durée de charge

- γ_M est le coefficient partiel du matériau = 1,3

Ces valeurs sont valables uniquement si la mise en oeuvre est conforme aux tableaux. Elles sont exprimées en kN (1kN # 100 kg).

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

FB - FP - FPIX - Feuillards Perforés
Document généré le 25/07/2011

Galerie d'images



FP



FPIX

Dimensions et valeurs caractéristiques

Les valeurs caractéristiques données dans le tableau ci-dessous correspondent à la valeur maximale que peut reprendre le feuillard en traction.

REFERENCE	DIMENSIONS			PERCAGES en mm		Section minimale en mm ²	VALEURS CARACTERISTIQUES
	Largeur (en mm)	longueur (en m)	Epaisseur (en mm)	Rond	Carré		Maximum toléré en kN
FB20	20	10	0.9	Ø4 - Ø7	7x7	10.8	3.03
FP20/1/50	20	50	1.0	Ø5 - Ø7	-	10.0	2.81
FP20/1/100	20	100	1.0	Ø5 - Ø7	-	10.0	2.81
FP30/1,5/25	30	25	1.5	Ø5 - Ø8	-	30.0	8.42
FP30/1,5/50	30	50	1.5	Ø5 - Ø8	-	30.0	8.42
FP30/2/25	30	25	2.0	Ø5 - Ø8	-	40.0	11.23
FP30/2/50	30	50	2.0	Ø5 - Ø8	-	40.0	11.23
FP40/2/25	40	25	2.0	Ø5 - Ø8	-	60.0	16.85
FP40/2/50	40	50	2.0	Ø5 - Ø8	-	60.0	16.85
FP60/1/25	60	25	1.0	Ø5 - Ø8	-	45.0	12.64
FP60/2/25	60	25	2.0	Ø5 - Ø8	-	90.0	25.27
FPIX20/1/10	20	10	1.0	Ø5 - Ø7	-	10.0	4.51
FPIX30/1,5/25	30	25	1.5	Ø5 - Ø8	-	30.0	12.76
FPIX40/2/25	40	25	2.0	Ø5 - Ø8	-	60.0	22.69

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

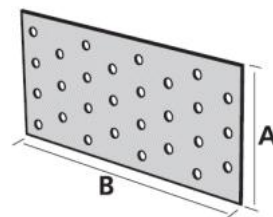
Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

FB - FP - FPIX - Feuillards Perforés
Document généré le 25/07/2011

NP - Plaques perforées



APPLICATION - Type

liaison poteau/poutre, aboutage, réparations, assemblages nécessitant un pliage particulier sur chantier...

APPLICATION - Type de porteur

bois massif, bois lamellé-collé, bois composite...

APPLICATION - Type de porté

bois massif, bois lamellé-collé, bois composite, fermes triangulées, profilés.

MATIERE

- acier galvanisé S250GD + Z275 suivant NF EN 10346
- épaisseurs 1,5 et 2 mm

MARCAGE CE

Les plaques NP seront couvertes par la norme EN 14545. Elles seront marquées CE en août 2010.

DIMENSIONS

produits spéciaux, épaisseurs 3 et 4 mm, nous consulter

FIXATIONS

voir tableau.

Pointes annelées Ø4.0 mm, vis SST Ø5.

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

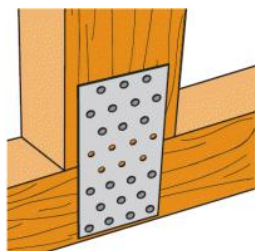
Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

NP - Plaques perforées
Document généré le 25/07/2011

NP - Plaques perforées

Galerie d'images



NP - mise en situation

NP15

REFERENCE	Dimensions (en mm)			Perçages
	A	B	Ep.	Nbre et diamètre
NP15/40/120	40	120	1.5	9ø5
NP15/60/160	60	160	1.5	20ø5
NP15/60/200	60	200	1.5	25ø5
NP15/80/180	80	180	1.5	32ø5
NP15/80/220	80	220	1.5	39ø5
NP15/80/240	80	240	1.5	42ø5
NP15/100/140	100	140	1.5	32ø5
NP15/100/220	100	220	1.5	50ø5
NP15/100/240	100	240	1.5	54ø5
NP15/120/220	120	220	1.5	61ø5
NP15/120/260	120	260	1.5	72ø5
NP15/140/200	140	200	1.5	59ø5
NP15/140/240	140	240	1.5	76ø5

NP20

REFERENCE	Dimensions (en mm)			Perçages
	A	B	Ep.	Nbre et diamètre
NP20/40/120	40	120	2	9 ø5
NP20/60/160	60	160	2	20ø5
NP20/60/200	60	200	2	25ø5
NP20/80/160	80	160	2	28ø5
NP20/80/200	80	200	2	35ø5
NP20/80/240	80	240	2	42ø5
NP20/100/160	100	160	2	36ø5
NP20/100/200	100	200	2	45ø5
NP20/100/240	100	240	2	54ø5
NP20/120/160	120	160	2	44ø5
NP20/120/240	120	240	2	66ø5
NP20/120/300	120	300	2	83ø5
NP20/140/200	140	200	2	65ø5
NP20/140/240	140	240	2	78ø5

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

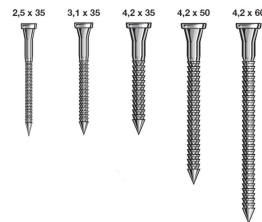
Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

NP - Plaques perforées
Document généré le 25/07/2011

CNA - Pointes annelées électrozinguées

Les pointes annelées électrozinguées sont préconisées pour les assemblages de structures. Tous nos essais ont été réalisés avec ce type de pointes. Elles sont estampillées # "no equal".

**Numéros d'agrément**

ETA-04/0013

Applications

Type: Fixations de sabots, équerres, feuillards....

Type de porteur: bois massif, bois composite, lamellé collé.

Type de porté: bois massif, bois composite, lamellé collé.

Matière

Acier électrozingué (Classe 005 Norme EN10016).

Avantages

Tête plate conique renforcée (contact de toute la pointe avec le trou).

Conditionnement

Deux conditionnements disponibles : 12 boîtes de 1 kg ou 1 boîte de 5kg.

Blisters de 100 pointes pour CNA4.0x35 et CNA4.0x50.

Valeurs caractéristiques

Les valeurs caractéristiques s'entendent au sens de l'Eurocode 5. Elles sont données pour un bois de classe C24 et sont exprimées en kN (1kN = 100kg).

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

CNA - Pointes annelées électrozinguées
Document généré le 16/02/2012

Valeurs caractéristiques - suivant Eurocode 5

Ces valeurs sont données suivant l'Eurocode 5 pour des bois de classe C24. Pour les autres classes, multiplier les valeurs par les coefficients de passage donnés dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont données pour des tôles d'épaisseur 1.5 à 4 mm.

Modèle n°	DIMENSIONS (en mm)		Valeurs caractéristiques [kN]		
	Ø	L	Cisaillement Flat,Rk		Arrachement Fax,Rk
			ep de 1.5 à 2	ep de 2.5 à 4	
CNA2,5x35	2.50	35	0.82		0.28
CNA3,1x35	3.10	35	0.84	1.05	0.35

Coefficients de passage - suivant Eurocode 5

Pour une classe de bois autre que C24, utilisez les coefficients ci-dessous SCL: structural Composite Lumber
 $\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$

COEFFICIENTS DE PASSAGE	CLASSES DES BOIS				
	C14	C18	C24	C30 ou GL24	SCL
Cisaillement	0.87	0.95	1	1.04	1.15
Arrachement	1	1	1	1	1

Valeurs caracteristiques - Marquées CE suivant ETA-04/0013

Ces valeurs sont données pour un bois de classe C24. Pour les autres classes, multiplier les valeurs par les coefficients de passage donnés dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont données suivant l'ETA-04/0013 et pour des tôles d'épaisseur 1.5 à 4 mm.

Modèle n°	DIMENSIONS (en mm)		Valeurs caractéristiques [kN]		
	Ø	L	Cisaillement Flat,Rk		Arrachement Fax,Rk
			Ep de 1.5 à 2 mm	Ep de 2.5 à 4 mm	
CNA3.7x50	3.7	50	1.98		0.91
CNA4.0x35	4.0	35	1.68	1.63	0.61
CNA4.0x50	4.0	50	2.22	2.19	0.98
CNA4.0x60	4.0	60	2.36		1.23
CNA4.0x100	4.0	100	2.48		1.43

Coefficients de passage - suivant ETA-04/0013

Pour une classe de bois autre que C24, utilisez les coefficients de passage ci-après. SCL: Structural Composite Lumber ($\rho_k = 480 \text{ kg/m}^3$)

COEFFICIENTS DE PASSAGE	CLASSES DES BOIS				
	C14	C18	C24	C30 ou GL24	SCL
Cisaillement	0.86	0.93	1.00	1.06	1.26
Arrachement	0.79	0.90	1.00	1.10	1.42

SIMPSON STRONG TIE

ZAC des 4 chemins
85400 Sainte Gemme la Plaine
France

Tél. : +33 2 51 28 44 00
Fax : +33 2 51 28 44 01

Les informations contenues sur ce site sont la propriété de Simpson Strong-Tie ©
Elles ne sont valables qu'associées aux produits commercialisés par Simpson Strong-Tie ©

www.simpson.fr

CNA - Pointes annelées électrozinguées
Document téléchargé en France

ANEXO VI

MATERIAIS DE COLAGEM, ACABAMENTO FINAL E DESMONTAGEM

DILUENTE 614-0001

DESCRIÇÃO DO PRODUTO	Diluyente formulado à base de hidrocarbonetos aromáticos, adequado para a diluição da maioria dos produtos alquídicos de secagem rápida.	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	MASSA VOLUMICA:	0,87 ± 0,02 kg/L
	PONTO DE INFLAMAÇÃO:	23 - 61 °C
	COR:	Incolor
PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO		
PREPARAÇÃO DO PRODUTO PARA APLICAÇÃO		
PERÍODO ACONSELHADO DE ARMAZENAGEM	1 ano, nas embalagens originais, perfeitamente fechadas e em locais frescos e bem arejados.	
INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA	Ver Ficha própria.	
NOTA	A Robbialac assegura a conformidade dos seus produtos de acordo com as especificações das respectivas Informações Técnico-Comerciais. As informações apresentadas constituem apenas uma base orientativa. Aconselhamos os utilizadores a realizarem ensaios prévios de modo a determinarem as melhores condições de utilização e a confirmarem que os produtos são adequados para o fim pretendido. Declinamos qualquer responsabilidade no caso do resultado final ser influenciado por factores fora do controlo. Porque a evolução técnica é permanente, recomendamos a verificação da actualidade da presente informação Técnico-Comercial.	

Ficha Técnica

Massa para juntas. Secagem rápida

Tratamento das juntas entre todos os tipos de placas de gesso laminado, colagem de bandas e camadas de acabamento.

Produto de secagem rápida.

Áreas de aplicação:

Todo o tipo de obra seca em interiores, tais como: divisórias interiores, revestimento interior de paredes exteriores, tectos falsos, sancas de iluminação e outros elementos de decoração. Apta para ambientes húmidos.



Dados Técnicos:

<i>Tempo de presa:</i>	4 horas dependendo das condições climáticas
<i>Tempo de utilização uma vez misturado:</i>	4 horas
<i>Temperatura de utilização:</i>	5° a 25°
<i>Tempo de repouso da mistura:</i>	10 min.
<i>Relação de amassadura (água/produto):</i>	17 litros / saco 25 kg.
<i>Fornecimento:</i>	sacos de 25 kg.
<i>Reacção ao fogo:</i>	A1

Normas Aplicáveis:

EN 13963, Marcação CE.

Armazenagem e Utilização:

Até 9 meses na embalagem de origem fechada e ao abrigo da humidade.

Armazenar o material sobre superfícies planas e protegidas da humidade e do sol.

Não armazenar em contacto directo com o solo.

Manipulação:

É aconselhável o uso de máscara e luvas de protecção.

Para Interior

PLACOMAT-TINTA PLÁSTICA P/ GESSO CARTONADO

066-

DESCRIÇÃO	Tinta baseada numa dispersão aquosa especial, copolímera estireno acrílica, pigmentada com dióxido de titânio rutilo e cargas inertes.
UTILIZAÇÃO	Para aplicação directa sobre superfícies interiores de gesso cartonado permitindo o disfarce das emendas nas zonas das juntas entre placas. Pode também ser aplicada em pinturas novas e repinturas de tintas lisas convencionais.
PROPRIEDADES	Muito boa opacidade. Permite grande economia de mão de obra pois dispensa a aplicação de primário e a sua secagem rápida, possibilita a aplicação de 2 demãos num só dia.
COR(ES)	Branco e milhares de cores claras disponíveis através do Sistema de Tintagem Super Colorizer (bases 1000). Entre os diversos catálogos disponíveis recomendamos a consulta do "Catálogo Geral de Cores para Interior".
CARACTERÍSTICA(S) FÍSICA(S)	Brilho: Mate Densidade: $1.55 \pm 0,03$ Viscosidade de aprovação: 108 - 120 KU/25°C De notar que este valor aumenta com o tempo de armazenagem da tinta. Ponto de inflamação: Não inflamável Teor de sólidos: $63 \pm 1\%$ (a) COV's: Valor limite da UE para este produto (subcat. A/a): 30 g/l (2010). Este produto contém no máx. 30 g/l COV
PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO	Pintura de Raiz A superfície a pintar deve estar perfeitamente limpa, livre de poeiras, gorduras, restos de argamassa, etc. No caso particular do gesso cartonado, deve ser realizada uma lixagem geral das massas nas zonas das juntas e de fixação das placas, seguida de uma aspiração geral, de modo a libertar as poeiras do substrato. Repinturas Deve assegurar-se que a tinta velha oferece uma chave conveniente, para o que será necessário remover toda a tinta em desagregação. No caso de uma caiação, a cal deverá ser totalmente eliminada. Uma lixagem prévia com a Lixa Garnet fina, é recomendável para disfarçar pequenas irregularidades. Na reparação de fendas, utilizar o betume em pó Aguaplast Standard . Caso se trate de fendas rebeldes, utilizar o betume Aguaplast Fibra . Para reparados recomenda-se o uso de betume em pasta Aguaplast Cima . A operação de limpeza e desengorduramento das paredes deve ser feita com Robbilava , 013-0055, diluído à razão de uma colher de sopa para 1 litro de água.
APLICAÇÃO	Ferramentas: Rolo, trincha ou pistola airless. Diluição e nº de demãos: A 1ª demão pode ser diluída com 10% de água; a 2ª demão deve ser diluída com 5-10% de água e ser cruzada relativamente à 1ª demão. Deve ter-se especial cuidado na operação de espalhamento da tinta, de forma a conseguir-se um bom disfarce na zona das juntas e uniformidade no acabamento. Na aplicação à pistola airless (por exº da marca Graco, Ultramax 695), utilizar o bico de 19 milésimos de polegada e a pressão de atomização igual a 190 bar, sem qualquer diluição ou diluído até 5% com água. Tempo de secagem: 1 a 2 horas, em zonas bem ventiladas e a temperaturas da ordem dos 20°C. Para demãos seguintes: 2 a 3 horas. Lavagem da ferramenta: Com água.

RENDIMENTO	Em paredes lisas - 10 a 15 m ² /litro/demão Em paredes ásperas - 7 a 8 m ² /litro/demão			
FORMATO(S)	5 e 20 Litros (Branco) e 15 Litros (Cores).			
PERÍODO ACONSELHADO DE ARMAZENAGEM	2 anos.			
OUTRAS INFORMAÇÕES	<p>- A Tinta Plástica para Gesso Cartonado, ainda que essencialmente destinada à aplicação directa sobre este substrato, pode igualmente ser aplicada sobre a maioria dos substratos usados no interior, desde que se sigam os esquemas de pintura adequados.</p> <p>- Em aplicações com pistola airless, obtêm-se rendimentos inferiores aos acima indicados, ou seja, filmes com maior espessura, daí resultando um aumento no tempo de secagem.</p> <p>- O valor indicado de COV's refere-se ao produto "pronto a usar", incluindo tintagem, diluição, etc., com produtos da nossa empresa. Declinamos qualquer responsabilidade por operações de mistura realizadas com outros produtos comerciais, dos quais desconhecemos o conteúdo exacto de COV's.</p> <p>(a) Os valores indicados são os da cor Branco, 066-0001</p>			
ESQUEMA(S) DE PINTURA				
REPARAÇÃO DE FENDAS	LIXAGEM	REPARADOS	LAVAGEM DAS PAREDES	ACABAMENTO
Aguaplast Standard	Lixa Garnet Fina	Aguaplast Cima	Robbilava 013-0055	PLACOMAT 066-
NOTA				
As informações fornecidas são correctas de acordo com os nossos ensaios, mas são dadas sem garantia, uma vez que as condições de aplicação estão fora do nosso controlo.				
Informação Técnico - Comercial : CC 235 10.1 - ESTA ITC SUBSTITUI TODAS AS VERSÕES ANTERIORES				



Pattex

PL600 Montafix

Folha de Dados técnicos

Versão: 17/07/2007

Cola de Montagem de Fixação Imediata

Descrição do produto:

Pattex "PL 600 Montafix" é uma cola de montagem extraforte e de fixação imediata.

A sua fórmula de base solvente contém copolímeros elastoméricos de elevado peso molecular e resinas Instant Tack numa proporção estudada que lhe conferem a **máxima fixação inicial** disponível no mercado.

A sua avançada tecnologia permite-lhe trabalhar de forma directa (colagem directa) e indirecta (método de contacto).

Vantagens:

- **INSTANT TACK: Fixação imediata.**
- **Extraforte.**
- **Aplicação directa** e indirecta.
- Excelente aderência à maioria dos materiais.
- Não pinga em superfícies verticais.
- Poder de preenchimento e possibilidade de pintar por cima.
- Interior, exterior. Resistente à água e à exposição à intempérie.
- Boa flexibilidade.

Campo de aplicação:

Pattex "PL 600 Montafix" encontra-se indicado para executar os mais variados trabalhos de fixação de forma rápida e segura. Adere a madeiras macias (por ex.: todo o tipo de pinheiros), duras (por ex.: faia, carvalho, cerejeira) e tropicais (teca, pau-santo, bubinga). Também é indicado para aglomerados, contraplacados e painéis de densidade média.

Pode ser utilizado para unir madeiras entre si, ou outros materiais, como por exemplo metais, pedra, cerâmica, estuque, gesso, betão, cortiça, plástico, poliestireno expandido de alta densidade. Pode usar-se tanto em superfícies porosas como em não porosas. No entanto, a sua resistência máxima é alcançada quando, pelo menos, uma das duas superfícies é porosa.

Pattex PL600 é ideal para a montagem e fixação de:

- Painéis
- Lambris, rodapés, perfis, esteios, ripas

- Escadas, corrimões
- Molduras de portas e janelas
- Forros de revestimento de armários
- Molduras decorativas e esquadrias
- Caixas e quadros de electricidade, tomadas e passacabos

Propriedades físicas:

- Base: Solvente (isento de tolueno)
- Cor: Bege
- Prazo de validade: 12 meses
- Viscosidade: Consistência pastosa
- Densidade: 1,25 g/cm³
- Resíduo seco: Aprox. 75%
- Resistência à temperatura: Desde -20°C até 100°C
- Tempo aberto: Até 20 minutos, em condições normais (aprox. 23°C)
- Resistência final: 60 kg/cm² (norma DIN EN 204 madeira)

Modo de aplicação:

- O produto deve ser utilizado em temperaturas superiores a 5°C.
- As superfícies onde o produto vai ser aplicado devem estar limpas, sem restos de tinta descascada, pó ou qualquer outro material que possa afectar a aderência.
- Cortar o bico do cartucho até à rosca e enroscar a cânula.
- Cortar a ponta superior da cânula, na diagonal, consoante o diâmetro desejado.
- Colocar o cartucho na pistola e proceder à aplicação.
- O produto pode ser aplicado em linhas não demasiado finas ou através de pontos sobre uma das partes a unir.
- Fixar ou unir ambas as partes pressionando firmemente, efectuando pequenos movimentos, e assegurar que as superfícies estão em contacto com o adesivo, garantindo uma boa aderência.

Permite trabalhar tanto de forma directa como indirecta (método de contacto).

Directa: Aplicação do adesivo apenas numa face e sem necessidade de arejar, facilitando os trabalhos de montagem e fixação.

Indirecta: Adesivo nas 2 superfícies de união, aplicando o produto mediante o método de contacto.

É recomendável colocar um suporte no caso de peças muito pesadas.

- Deixar secar toda a noite para assegurar uma aderência adequada.
- A união está completamente seca ao fim de 24 horas.
- Limpar as ferramentas usadas e o excesso de produto com acetona ou álcool.
- O produto pode cobrir aproximadamente 15 metros com uma linha de 6 mm de espessura.
- Após a utilização, guardar o cartucho bem fechado em local fresco e seco.

Recomendações:

Não se aconselha a aplicação do adesivo muito próximo das extremidades da peça.

Não recomendável para a união de PE, PP ou espelhos.

Apresentação:

Cartuchos de 300ml. 375g.

Instruções de segurança:	Consultar a ficha de dados de segurança do produto.
Armazenagem:	Proteger do calor, das chamas e faíscas. Armazenar em local fresco e bem ventilado.
Conservação:	O prazo de validade deste produto, conservado na sua embalagem original fechada e não deteriorada, em local seco e fresco e a uma temperatura entre +5°C e 35°C, é de 12 meses a partir da data de fabrico.
Assistência técnica:	Para qualquer esclarecimento, é favor contactar o nosso Serviço de Assistência Técnica.

Importante

A presente informação está baseada na nossa experiência prática e ensaios de laboratório. Devido à grande diversidade de materiais existentes no mercado e as diferentes formas de aplicação que estão fora do nosso controlo, recordamos a necessidade de efectuar, em cada caso, ensaios práticos para garantir a idoneidade do produto em cada aplicação concreta. A nossa garantia estende-se apenas à qualidade dos lotes fornecidos, que são submetidos a grandes controlos analíticos, não podendo exigir-se outras responsabilidades.



HENKEL IBÉRICA, S.A., Sucursal Portugal
Estrada Nacional 10, Km. 127 – Apartado 237
2615-134 Alverca
Telf. 351-12-957.81.56
Fax 351-12-957.82.06

ANEXO VII

PROCEDIMENTOS DE FABRICO, TRANSPORTE, MONTAGEM E DESMONTAGEM

Processo	Subprocesso	Início do processo	Atividades	Fim do processo	Indicadores de desempenho
FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO	Maquinação peças de pinho	<ul style="list-style-type: none"> — Madeira de pinho bravo com dimensões de: 70 mm x 140 mm, 70 mm x 120 mm e 70 mm x 200 mm — Mão-de-obra — Equipamentos utilizados no fabrico 	<ul style="list-style-type: none"> — Elaborar peças de pinho bravo 	<ul style="list-style-type: none"> — Prumos com dimensões de: 70 mm x 70 mm, 70 mm x 60 mm e 70 mm x 100 mm — Prumos das ligações em L e em T 	<ul style="list-style-type: none"> — Volume de peças produzidas — Quantidade de material aproveitado
	Colocação das placas de <i>Gypcork</i>	<ul style="list-style-type: none"> — Placas de <i>Gypcork</i> — Mão-de-obra — Equipamentos utilizados no fabrico 	<ul style="list-style-type: none"> — Eventuais acertos das dimensões das placas — Efetuar remates para ligações em L e em T 	<ul style="list-style-type: none"> — Remates para as ligações com as dimensões de: 120 mm e 170 mm. 	
	Montagem final	<ul style="list-style-type: none"> — Prumos em madeira de pinho — Placa de <i>Gypcork</i> — Ligações metálicas — (Calha em PVC e tubagem para eventuais infraestruturas interior) (*) — (Caixas e tomadas) (*) <p>(*) <i>fora do âmbito do presente ensaio</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> — Elaborar o quadro exterior fixando através de banda metálica e parafusos — Fixar grade interior à estrutura exterior através de cantoneiras e parafusos — (Montar das infraestruturas (calha e tubagem)) (*) — Fixar o aglomerado expandido de cortiça à grade — Fixar uma/duas placas(s) de <i>Gypcork</i> — Fixação material resiliente 	<ul style="list-style-type: none"> — Módulo de painel com uma placa de <i>Gypcork</i> ou duas — Painel de arranque — Painel de fecho — (Ligação das infraestruturas) (*) 	

Processo	Subprocesso	Início do processo	Atividades	Fim do processo	Indicadores de desempenho	
TRANSPORTE E MONTAGEM DO PROTÓTIPO	Transporte dos módulos para obra	— Módulos de divisória	— Envolver o painel com filme plástico e reforço de cartão nas arestas	— Módulos de divisórias em perfeitas condições de colocação em obra	— Satisfação cliente — Baixo valor de desperdícios — Pouco tempo perdido na montagem — Facilidade, limpeza e rapidez de montagem	
		— Filme plástico	— Acomodar e transportar de módulos de divisórias para obra			
	Montagem em obra	— Cartão	— Empilhar os módulos em dois lotes: um com módulos de uma face e outro com módulos de duas faces; nos módulos de uma face estes devem ser colocados revezadamente nas faces	— Divisória leve amovível perfeitamente construída — Ligações a sistemas periféricos bem executadas — Acabamento final bem executado		
		— Transportador				
		— Módulo de arranque	— Colocar guia de pavimento			
		— Módulos correntes de uma face e de duas faces	— Colar no topo do módulo de arranque material resiliente			
		— Guia de pavimento	— Colocar módulo de arranque fixando aos subsistemas periféricos e à guia de pavimento			
		— Ligações metálicas para fixação de módulos aos sistemas periféricos e para fixação de placa de gypcork	— Colocar cola na lateral livre do módulo			
		— Cola e material resiliente	— Colocar painel seguinte totalmente fechado			
		— Prumos de ligação em L e em T	— Colocar painel seguinte através de colagem ao anterior executando o mesmo procedimento do anterior			
— Módulo de fecho	— Fixação do prumo em L ou em T ao subsistema periférico por ligações metálicas e fixação ao módulo anterior por colagem					
— Placas de <i>Gypcork</i>	— Aparafusar os remates de gypcork aos prumos de mudança de direção					
	— Tratamento de juntas e pintura	— Colocar módulo de fecho seguindo o procedimento para os módulos correntes				
		— Fixar aos subsistemas periféricos				
		— Colocar placas de <i>Gypcork</i> de fecho dos módulos “abertos”				
		— Tratar juntas de acordo com o definido pelo fabricante do gypcork				
		— Pintura final da divisória				

Processo	Subprocesso	Início do processo	Atividades	Fim do processo	Indicadores de desempenho
DESMONTAGEM DO PROTÓTIPO	Desmontagem em obra	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação da divisória a desmontar; - Elementos de proteção aos sistemas envolventes; - Equipamentos; - Materiais (produto para descolagem) 	<ul style="list-style-type: none"> — Retirar elementos externos às divisórias como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Rodapés; ○ Rodatetos; ○ Quadros, entre outros. — Retirar remates de ligações em L ou em T caso existam — Iniciar-se a remoção das placas de <i>Gypcork</i> por uma das extremidades ou, caso existam, pelas ligações em L ou em T — Retirar placas de <i>Gypcork</i> de um dos lados utilizando pé de cabra e martelo — Descolar o aglomerado de cortiça expandido da grade interior — Retirar a outra placa de gypcork da mesma maneira ou empurrando de um lado para o outro (garantir apoio para não danificar) — Desaparafusamento das ligações aos subsistemas periféricos — Desaparafusamento da estrutura de pinho — Descolagem das várias estruturas de pinho — Examinar estado das placas de gypcork — Examinar estado da estrutura de pinho bravo 	<ul style="list-style-type: none"> — Placas de gypcork em bom estado — Estrutura de pinho em bom estado — Ligações metálicas em bom estado — Eventuais resíduos para reciclagem 	<ul style="list-style-type: none"> — Materiais com capacidade de reutilização — Baixo desperdício de materiais — Facilidade, limpeza e rapidez de execução